Uber das plankton in Ost- und Nordsee und den ...

Fritz Kraefft

CR-K

HARVARD UNIVERSITY

LIBRARY

OF THE

Museum of Comparative Zoology

Digitized by Google

39,667

Über das

Plankton in Ost- und Nordsee

und den Verbindungsgebieten, mit besonderer Berücksichtigung der

Copepoden.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen philosophischen Fakultät

der Königl. Christian-Albrechts-Universität in Kiel

vorgelegt von

Fritz Kraefft

aus Berlin.

Kiel.

Druck von Schmidt & Klaunig.

1908.

Digitized by Google

Über das

Plankton in Ost- und Nordsee

und den Verbindungsgebieten, mit besonderer Berücksichtigung der

Copepoden.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen philosophischen Fakultät

der Königl. Christian-Albrechts-Universität in Kiel

vorgelegt von

Fritz Kraefft

aus Berlin.

Kiel.

Druck von Schmidt & Klaunig.

1908.

Digitized by Google

Zum Druck genehmigt:

Dr. **F. Holthausen,**
z. Z. Dekan.

Kiel, 20. Oktober 1908.

Digitized by Google

Meinen Eltern.

Digitized by Google

I. Allgemeiner Teil.

a) Gewinnung und Bearbeitung des Materials.

Des öfteren ist bereits in den letzten etwa 15 Jahren in Arbeiten, die Untersuchungen über Plankton der nordeuropäischen Meere zum Gegenstand haben, einleitend auf die große Bedeutung hingewiesen worden, die Hensens grundlegendes Werk „Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren" für die Meeresforschung gewonnen hat. Auch die vorliegende Arbeit ist im wesentlichen durch die von Hensen geschaffene Methodik bedingt, und zwar in zweierlei Beziehung, indem vor allem einerseits die Möglichkeit gegeben ist, über die Verteilung der wichtigsten Planktonorganismen zahlenmäßige Angaben zu erhalten, und andererseits Wert darauf gelegt wurde, nach dem Vorbilde der ersten „Holsatia"-Expedition (Hensen, 1885 im Juli-August, [16]) von der Ostsee durch das Kattegat und Skagerrak bis in die Nordsee eine fortlaufende Serie quantitativer Planktonfänge zu gewinnen.

Hierzu hatte sich seit 1885 keine Gelegenheit wieder geboten. Zwar wurden seit 1902 nach internationaler Vereinbarung in den Monaten Februar, Mai, August und November von den an den nordeuropäischen Meeren gelegenen Küstenstaaten an bestimmten Stationen regelmäßig Planktonfänge gemacht, doch lagen die auf Deutschland entfallenen Stationen einerseits in der Ostsee, andererseits in der Nordsee, so daß aus dem Verbindungsgebiet beider Meere kein geeignetes Vergleichsmaterial erbracht werden konnte, das für das Verständnis des Auftretens bestimmter Organismen, besonders in der westlichen Ostsee, außerordentlich wichtig ist.

Die hierfür in Betracht kommenden Stationen sind allerdings von Dänemark und Schweden untersucht worden; die in den „Bulletins des résultats acquis pendant les courses périodiques" (später kurz als „Bulletins" zitiert) veröffentlichten Tabellen über das Vorkommen der Organismen eignen sich aber nur wenig zur Ergänzung der deutschen Untersuchungen, — diese beruhen im wesentlichen auf Zählungen quantitativer Planktonfänge und sind bisher für 1903 von Apstein [(2) Nord- und Ostsee] und für 1905 von Driver [(9) Ostsee] veröffentlicht —, da aus den tabellarischen Zusammenstellungen der „Bulletins" mit Sicherheit nur zu entnehmen ist, ob betreffende Art überhaupt dort gefunden wurde. Apstein hat in seiner Abhandlung „die Schätzungsmethode in der Planktonforschung" (1) eingehend diese Verhältnisse erörtert.

Als daher die Helgoländer biologische Anstalt im Frühjahr 1906 zur Untersuchung der Verteilung von Fischeiern und -larven eine Fahrt mit dem reichseigenen Forschungsdampfer „Poseidon" unternahm, die sich auf die Ostsee, das Kattegat und Skagerrak und die Nordsee erstrecken sollte, beauftragte mich Herr Professor Dr. Brandt an dieser Fahrt teilzunehmen und bei jeder sich bietenden Gelegenheit quantitative Planktonfänge auszuführen, deren Bearbeitung mir freundlichst überlassen wurde. Für dieses weitgehende Entgegenkommen und die spätere Unterstützung bei Abfassung der vorliegenden Arbeit sei mir gestattet, Herrn Professor Dr. Brandt auch hier meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Gebraucht wurden für die Vertikallänge das mittlere Apstein'sche Planktonnetz (Müllergaze 20), mit oder ohne Schließapparat, für die Horizontallänge die kleinen Planktonnetze ohne Aufsatz (Müllergaze 20 und 3) und die Planktonröhre nach Apstein. Das mit den Horizontalfangapparaten gewonnene Material wurde zur ersten Orientierung sogleich an Bord untersucht.

Digitized by Google

Bei Gewinnung der quantitativen Fänge wurde genau so verfahren, wie es auf den deutschen Terminfahrten üblich ist: den gleichzeitig untersuchten hydrographischen Beobachtungen entsprechend, wurden solche Wasserschichten, die sich durch Salzgehalt oder Temperatur wesentlich unterschieden, mit dem Schließnetz getrennt abfiltriert, doch so, daß durch Summation dieser Fänge ein e vom Boden bis zur Oberfläche ohne Unterbrechung fortlaufende Serie quantitativer Fänge gewonnen wur e, die alle zusammengenommen einem einzigen Vertikalzuge von unten bis oben entsprechen. Außerdem hatte ich die Aufgabe erhalten, für die 5—0 m-Schicht gesonderte Vertikalfänge zu machen, ohne Rücksicht auf die hydrographischen Verhältnisse; damit wurde eine Erfahrung zunutze gemacht, die nach Apstein (2) auf den Terminfahrten für die Beurteilung der Planktonverhältnisse sich außerordentlich bewährt hatte. Nur an wenigen Stationen verhinderten es starker Seegang oder Strömung, dies Programm innezuhalten. Es konnte daher auch davon abgesehen werden, die Aufzeichnungen der Oberflächenfänge mit in die Tabellen aufzunehmen; soweit sie zur Ergänzung der Vertikalfänge beitragen können, sind sie jedoch in den späteren Besprechungen berücksichtigt.

Die auf der Fahrt im März-April 1906 gemachten Fänge finden sich in der folgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1.
(Auszug aus dem Fahrtjournal.)

Laufende Nummer der Stationen	Die entsprechenden Stationen der Terminfahrten	Datum 1906	Uhr	Position Breite	Position Länge	Art der Untersuchung Gerät	Art der Untersuchung in m	Tiefe des Bodens in m	Volumen in ccm berechnet auf 1 cbm Wasser	Volumen in ccm berechnet auf 1 qm Oberfläche	Bemerkungen
1.	DO 1	27. März	2 p	54° 30′	10° 22′	M. Pin. „	19—0 5—0	20	43—5 m: 17,1 62,4	552	
2.	DO 2	27. März	6 p	54° 51′	10° 10′	M. Schln. „	31—5 5—0	32	8,6 16,0	304	Gezählt
3.	DO 3	28. März	12^{30} a	54° 36′	11° 01′	M. Schln. „	37—5 5—0	38	2,3 12,4	144	
4.	DO 4	28. März	8^{30} a	54° 10′	11° 16′	M. Schln. „	22—5 5—0	23	2,4 27,2	176	
5.	DO 5	28. März	2^{30} p	54° 28′	12° 15′	M. Schln. „	21—5 5—0	23	10,0 48,0	400	Gezählt
6.	—	28. März	9^{31} p	54° 57′	12° 42,5′	M. Schln. „	29—5 5—0	31	1,9 8,0	84	
7.	DO 8	29. März	10^{30} a	54° 54′	13° 12′	M. Schln. „ „	43—35 35—5 5—0	44	8,0 1,1 16,0	176	Gezählt
8.	—	29. März	11^{31} p	54° 40′	14° 35,5′	M. Schln. „	45—5 5—0	47	1,4 8,0	96	
9.	—	30. März	10^{15} a	54° 51,5′	15° 38′	M. Schln. „ „ „	80—70 70—40 40—5 5—0	81	13,6 1,3 1,4 6,4	256	
10.	S 4	30. März	5^{30} p	55° 21′	15° 39′	M. Schln. „ „ „	93—80 80—40 40—5 5—0	95	1,2 0,6 1,1 4,8	104	Gezählt
11.	DO 12	31. März	4^{30} p	54° 54′	19° 10,5′	M. Schln. „	106—5 5—0	108	1,6 16,0	240	Gezählt

Digitized by Google

Tabelle 1. (Fortsetzung.)

Laufende Nummer der Stationen	Die entsprechenden Stationen der Terminfahrten	Datum 1906	Uhr	Position		Art der Untersuchung		Tiefe des Bodens in m	Volumen in ccm berechnet auf		Bemerkungen
				Breite	Länge	Gerät	in m		1 cbm Wasser	1 qm Oberfläche	
12.	—	3. April	11^{15} p	56° 22,5′	12° 23′	M. Schln. „ „	28—21 21—5 5—0	30	22,9 185,0 144,0	3840	Gezählt
13.	—	4. April	8 a	56° 54,5′	12° 09′	M. Schln. „ „ „	49—30 30—15 15—5 5—0	51	4,2 85,3 232,0 688,0	7120	Gezählt
14	ca. Da 17	4. April	3^{30} p	56° 58′	11° 44,5′	M. Schln. „ „ „	75—30 30—10 10—5 5—0	77	2,0 110,8 843,2 524,8	9144	Gezählt
15.	—	4. April	9^{5} p	57° 07,5′	10° 44,5′	M. Schln. „	13—5 5—0	15	127,0 716,8	4680	Gezählt
16	—	5. April	9^{30} a	57° 27,5′	10° 54′	M. Schln. „ „	35—20 20—5 5—0	37	66,1 142,9 617,6	6208	
17.	—	5. April	4 p	58° 05′	11° 08′	M. Pln. M. Schln. „	102—0 102—50 50—5	104	?	?	c Fang stark mit Bodenschlicken u. und Detritus vermengt. b Starke Abteilt., bis 40 m. Quant. Station nicht brauchbar
19.	D N 10	6. April	6^{15} p	57° 32′	7° 36′	M. Schln. „ „	191—75 75—5 5—0	197	0,3 3,8 81,6	704	Gezählt
20.	D N 11	6. April	10^{30} p	57° 17′	7° 47′	M. Schln. „ „	55—40 40—5 5—0	57	4,8 4,1 11,2	272	Gezählt bis auf 55—40
21.	—	7. April	10 a	57° 25′	5° 25′	M. Schln. „ „	87—30 30—5 5—0	89	4,6 9,6 121,6	1112	Gezählt
22.	ca. Sc 30	7. April	11^{40} p	58° 01,5′	3° 24′	M. Schln. „	89—5 5—0	91	1,0 17,6	168	
23.	ca. Sc 2	8. April	10 a	58° 46′	2° 21′	M. Schln. „	107—5 5—0	109	0,2 11,2	72	Gezählt
24.	ca. Sc 5	9. April	12^{30} a	59° 53′	1° 15′	M. Schln. M. Pln.	109—5 109—0	112	2,2(?) 337,0(?)	1808	Die eine Klappe des Netzverschlusses blieb offen, daher 109—5 m nicht quantitativ genau. 109—0 m gezählt
25.	ca. Sc 7A	9. April	9^{40} a	60° 32′	2° 49′	M. Schln. „	100—5 5—0	105	4,2 20,8	504	
26.	ca. Sc 7	9. April	5^{50} p	61° 11′	2° 27′	M. Schln „	184—0 5—0	188	?	?	
28	D N 16	12. April	7 p	59° 07′	4° 59′	M. Pln.	238—0	240	3,4	816	Gezählt
29.	D N 6	13. April	8 a	58° 02′	4° 46′	M. Schln. „ „ „	104—50 50—20 20—5 5—0	106	4,0 7,5 14,4 59,2	952	

Digitized by Google

Tabelle 1. (Fortsetzung.)

Laufende Nummer der Stationen	Die entsprechenden Stationen der Terminfahrten	Datum 1906	Uhr	Position Breite	Position Länge	Art der Untersuchung Gerät	Art der Untersuchung in m	Tiefe des Bodens in m	Volumen in ccm berechnet auf 1 cbm Wasser	Volumen in ccm berechnet auf 1 cbm Oberfläche	Bemerkungen
30.	D N 5	13. April	5^{h} p	57° 24′	3° 38′	M. Schln.	63—5	65	5,5	456	5—0 m gezählt
						„	5—0		27,2		
31.	D N 3	14 April	9 a	55° 51,5′	3° 47′	M. Pln.	50—0	54	6,4	320	
32.	D N 2	14. April	4^{30} p	55° 21′	4° 18′	M. Schln.	42—5	41	0,9	64	Gezählt
						„	5—0		6,4		
33.	—	15. April	8^{30} a	55° 45′	6° 33′	M. Schln.	40—5	41	11,7	656	
						„	5—0		49,6		
34.	D N 15	15. April	7^{30} p	55° 02′	7° 30′	M. Schln.	21—5	23	17,0	424	
						„	5—0		30,4		
35.	D N 1	16. April	8^{30} a	54° 44′	6° 06′	M. Schln.	40—5	42	4,0	648	
						„	5—0		102,4		
36.	—	17. April	8^{30} a	54° 09,5′	6° 09,5′	M. Schln.	33—20	35	6,8	1296	5—0 m gezählt
						„	20—5		29,9		
						„	5—0		152,0		
37.	—	17. April	3^{30} p	53° 51′	6° 25′	M. Schln.	24—5	25,5	23,0	712	Gezählt
						„	5—0		46,4		
38.	—	18. April	7^{30} a	54° 19′	7° 17,5′	M. Schln.	39—15	41	10,3	776	
						„	15—5		20,8		
						„	5—0		64,0		

Anmerkung: Die entsprechenden Stationen der Terminfahrten sind hier und im folgenden wie üblich bezeichnet. Es bedeutet:

D O 1 Deutschland, Ostsee-Station Nr. 1,
D N 1 „ Nordsee-Station Nr. 1,
S 4 Schweden, Ostsee-Station Nr. 4,
Da 17 Dänemark, Station Nr. 17,
Sc 30 Schottland, Station Nr. 30.

Von diesen Fängen wurde eine geeignete Auswahl zur quantitativen Bearbeitung getroffen, die nach Hensen's Zählmethode unter Anlehnung an Apstein's abgekürztes Verfahren (1, p. 110) durchgeführt wurde. — Herrn Professor Apstein, der mich freundlichst in diese Methode einführte und auch später mich jederzeit bei der Bestimmung der Planktonorganismen und durch Hinweis auf die einschlägige Literatur freundlichst unterstützte, sage ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank. — Für die Fänge mittleren und kleineren Volumens wurde je eine Platte von 0,1, 0,2, 0,5 und 2,5 ccm des ganzen auf 50 ccm oder 25 ccm verdünnten Volumens gezählt. Für die reichhaltigen, großen Diatomeenfänge, aus dem Kattegat z. B., reichte diese Verdünnung jedoch nicht aus, so daß hier die entsprechenden Bruchteile des um das 10- bis 20-fache verdünnten ursprünglichen (50 ccm) Volumens ausgezählt werden mußten. Der Rest wurde auf die größeren, vorher weniger häufig gefundenen Organismen hin durchgesehen und womöglich gezählt. So wurde es besonders für die Copepoden, die im Verhältnis zu Fängen aus anderer Jahreszeit meist ziemlich spärlich vertreten waren, notwendig, fast immer ihre Anzahl im ganzen Rest festzustellen. Dazu kommt noch, daß die Zählung von Stichproben unter Berücksichtigung der einzelnen Entwicklungsstadien weniger gute Resultate ergeben kann, als wenn die Copepoden etwa nur nach Arten differenziert gezählt werden. Es scheinen mir daher die Zahlen für die Copepoden besonders zuverlässig zu sein.

In der soeben kurz skizzierten Weise wurden nun folgende Stationen quantitativ bearbeitet. Die Lage der Stationen ist aus den beigefügten Karten zu ersehen.

Digitized by Google

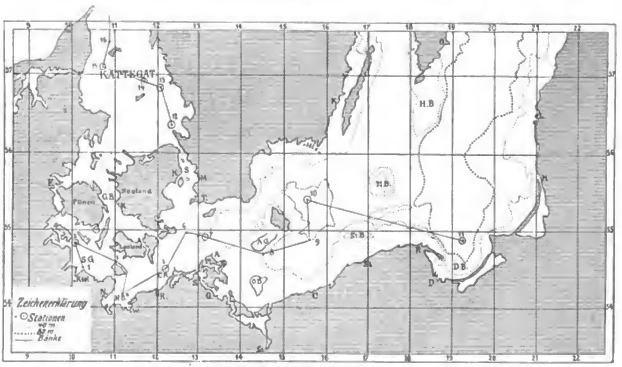


Fig. 1. Karte der Ostsee und des Kattegats.

1. Aus der Ostsee die Stationen 2 (DO 2)[1], 5 (DO 5), 7 (DO 8), 10 (S 4) und 11 (DO 12). Es konnten hier die Stichproben etwas weitläufiger gewählt werden, da das Verständnis der Verhältnisse in der Ostsee wesentlich durch die früheren, eingehenden Untersuchungen über dieses Gebiet unterstützt wird.
2. Aus dem Kattegat die Stationen 12, 13, 14, 15. Die qualitative Untersuchung der folgenden Station 16 zeigte keinen wesentlichen Unterschied in der Zusammensetzung, und dem Volumen nach stimmten die Fänge fast genau mit denen von Station 15 überein, so daß eine Zählung entbehrt werden konnte.

   Station 17 im Skagerrak ergab leider keine quantitativ brauchbaren Fänge, da der untere Stufenfang stark durch Sand und Detritus verunreinigt war und die starke Strömung (1,5 Sm. pro Stunde an der Oberfläche), die bis zu 40 m Tiefe sehr heftig war, eine zu große Abtrift (unten 10°, oben 40°) der übrigen Fänge bewirkte.
3. Aus der Nordsee:
   a) an der Grenze des Skagerraks Station 19 (DN 10), 20 (DN 11), bis auf den Fang aus den letzten 15 m, und 21;
   b) aus dem nördlichen Teile Station 23, 24 und 28. Station 26, die nördlichste, konnte quantitativ nicht berücksichtigt werden, da einerseits der Schließapparat nicht gut funktioniert hatte, andererseits der Fang durch Oikopleura-Gehäuse stark verschleimt war, so daß die Organismen zu sehr daran klebten und im Schüttelgefäß nicht gleichmäßig genug verteilt werden konnten;
   c) aus der mittleren Nordsee die Stationen 30 (DN 5) und 32 (DN 2);
   d) aus der südöstlichen Nordsee (der sog. deutschen Bucht) die Stationen 36 und 37.

[1] Über die Bezeichnung der unseren Stationen entsprechenden Terminfahrts-Stationen s. Tabelle 1.

Digitized by Google

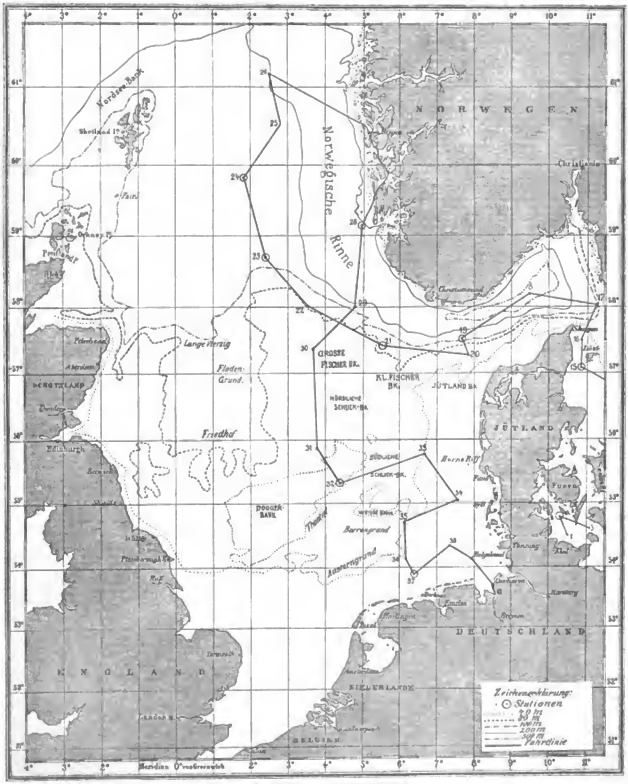


Fig. 2. Karte des Skagerraks und der Nordsee.

Digitized by Google

Die anderen Fänge wurden durchgesehen und der Vollständigkeit halber mit in die Tabellen aufgenommen. Zur Charakterisierung ihrer Zusammensetzung wurden nur die extremen Häufigkeitsgrade, das starke Hervortreten einer Form, und andererseits das wenig zahlreiche Vorkommen durch c bezw. r gekennzeichnet. Alle übrigen Aufzeichnungen sind durch × ausgedrückt; die Feststellung weiterer Zwischenstufen ist zu sehr der subjektiven Willkür ausgesetzt und daher wertlos, zumal da die Abschätzung auch dem „absoluten Maximum" jedes Organismus angepaßt sein muß, was ohne Zählung nicht möglich ist. Dabei ist aber hervorzuheben, daß die beiden Schätzungszeichen keinen Vergleich der Fänge untereinander in Bezug auf Zu- oder Abnahme einer Art zulassen, wie von Apstein (1) des näheren ausgeführt ist.

b) Übersicht über die Verteilung von Salzgehalt und Temperatur während der Fahrt.

Wie oben schon kurz angedeutet, wurden die Schließnetzlänge unter Berücksichtigung der hydrographischen Verhältnisse ausgeführt, soweit die Kenntnis von Salzgehalt und Temperatur in Betracht kommt. Beides sind wichtige Faktoren der Lebensbedingungen für das Plankton, deren Einfluß auf die horizontale und vertikale Verbreitung unverkennbar ist. Sie gewähren gleichfalls einen Einblick in die Meeresströmungen, die die Planktonorganismen mit sich führen und in Gebiete versetzen, deren Lebensbedingungen dem Gedeihen der Organismen in verschiedenem Grade hinderlich sein können; hierbei macht sich wesentlich der Einfluß des Salzgehalts bemerkbar. Die Temperatur scheint von größerer Bedeutung zu sein für die jahreszeitlichen periodischen Schwankungen. Natürlich läßt sich ihr Einfluß vom gleichzeitigen des Salzgehalts nicht immer mit Sicherheit scheiden, da auch in der Änderung des Salzgehalts jährliche periodische Schwankungen eintreten, die z. T. mit bestimmten Temperaturen parallel gehen.

Einen Überblick über die hydrographischen Verhältnisse der Ost- und Nordsee hat Krümmel in seiner Abhandlung „Die deutschen Meere im Rahmen der internationalen Meeresforschung" (19) in großen Zügen gegeben, so daß ich mich unter Hinweis darauf auf spezielleres, die Verhältnisse der vorliegenden Fahrt betreffende Angaben beschränken kann.

Die in den „Bulletins" (März, April 1906) tabellarisch zusammengestellten Werte, die aus den gesammelten Wasserproben im hiesigen Laboratorium durch Titration ermittelt sind, seien hier noch einmal aufgeführt, indem ergänzend die entsprechenden Beobachtungen für die Oberfläche hinzugefügt werden, bei denen aber der Salzgehalt nach den an Bord ausgeführten Aräometerablesungen berechnet ist, da für 0 m keine Wasserproben zum Titrieren gesammelt wurden. Die durch Aräometerablesungen erhaltenen Werte scheinen für die Nordsee meist etwas zu hoch zu sein, wie aus einem Vergleich der mir zur Verfügung stehenden übrigen Aräometerablesungen mit den entsprechenden Titerwerten zu ersehen war.

Tabelle 2.

Salzgehalt und Temperatur, zusammengestellt z. T. nach den Bulletins.

m = Tiefe in Metern, t° = Temperatur in °C, S‰ = Salzgehalt in Promille.
Die fettgedruckten Ziffern bei den Meter-Zahlen deuten die Stufenfänge mit dem Planktonnetz an.

Station 11			10			9			8			7		
m	t°	S‰	m	t°	S‰	m	t°	S‰	m	t°	S‰	m	t°	S‰
0	2,15	7,05	0	2,55	7,43	0	2,55	7,44	0	—	—	0	2,25	7,59
5	2,11	05	**5**	29	48	**5**	29	57	**5**	2,28	7,50	**5**	12	8,06
50	11	25	**40**	30	50	**40**	28	56	**46**	50	88	**35**	18	86
75	26	34	50	3,11	9,80	50	4,34	10,57				**42**	25	13,01
85	4,51	9,61	60	78	11,62	**70**	5,05	13,82						
90	5,11	10,35	**80**	5,50	11,63	**80**	22	14,81						
105	28	63	**93**	20	15,35									
	6			5			4			3			2	
0	—	—	0	2,35	9,51	0	1,85	13,41	0	1,75	9,46	0	2,20	17,41
5	2,11	8,26	**5**	11	24	**5**	2,07	15,72	**5**	90	10,35	5	07	47
29	25	11,91	15	12	11,17	**23**	13	90	**38**	2,57	20,95	20	30	20,50
			22	22	14,09							**31**	32	21,24

Digitized by Google

Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Station 1			12			13			14			15		
m	t°	S ‰	m	t°	S ‰	m	t°	S ‰	m	t°	S ‰	m	t°	S ‰
0	2,35	17,88	0	2,60	10,12	0	2,70	20,48	0	3,35	20,30	0	3,28	25,21
5	25	99	**5**	19	15,91	**5**	51	34	**5**	2,46	86	**5**	2,58	17
18,5	15	18,17	**20**	1,87	24,18	10	**30**	21,78	**10**	1,91	23,50	10	62	21
			24	2,89	27,94	**15**	01	24,36	15	2,37	26,69	**14**	60	31,22
			28	3,49	31,94	20	18	26,27	20	70	30,61			
						30	79	31,89	**30**	3,00	32,65			
						49	90	32,38	50	67	34,14			
									76	80	38			

16			17			19			20			21		
0	3,05	24,07	0	3,90	27,25	**0**	4,80	33,56	**0**	4,60	34,02*)	**0**	5,30	34,34
5	2,78	16	5	2,82	23	**5**	37	53	**5**	34	33,37	**5**	4,64	16
10	06	28,03	10	49	29,78	10	3,84	51	15	20	82	20	61	60
15	25	30,52	15	3,19	31,06	20	55	46	30	14	34,25	**30**	66	72
20	3,01	33,08	30	92	33,50	30	81	91	**40**	90	96	50	5,43	35,12
35	80	34,42	50	4,98	34,97	50	4,68	34,52	**55**	5,07	35,05	**87**	41	14
			102	5,21	35,16	**75**	6,09	35,07						
						100	06	25						
						192	5,42	25						

29			22			23			24			25		
0	5,65	33,61	0	6,00	35,26*)	0	6,05	35,35*)	0	5,80	34,97*)	0	6,35	35,41*)
5	20	55	**5**	5,64	05	**5**	5,67	14	5	40	78	5	17	23
20	4,66	34,16	20	52	14	**107**	45	14	**109**	6,23	23	30	17	23
40	5,18	69	**88**	40	25							**100**	08	23
50	65	35,05												
60	77	05												
75	48	23												
104	46	23												

26			30			31			32			33		
0	7,00	35,43*)	0	6,90	35,25*)	0	5,75	35,23*)	0	5,80	35,16*)	0	5,18	33,40
5	6,64	23	**5**	10	05	5	45	34,96	**5**	46	34,69	**5**	4,84	37
40	54	23	**63**	5,25	05	**50**	4,69	96	15	41	69	**10**	65	37
184	32	23							30	4,30	69	**21**	34	46
									40	28	69			

34			35			36			37			38		
0	5,18	33,40	0	6,05	33,49	0	6,65	32,19	0	6,35	33,03	0	6,85	29,65
5	4,84	37	**5**	5,55	36	**5**	37	23	**5**	5,86	32,97	5	84	58
10	65	37	10	53	37	10	36	23	**24**	45	97	10	86	58
21	34	46	15	4,19	34,33	15	4,01	33,73				15	4,10	33,37
			20	3,99	33	**33**	00	73				**38**	10	91
			40	99	34									

*) Wert nach Aräometerablesung wahrscheinlich etwas zu hoch.

Digitized by Google

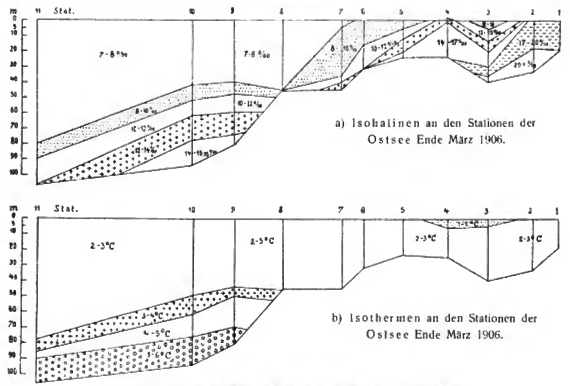


Fig. 3 (a u. b). 1 mm vertikal = 2 m Tiefe. 4 mm horizontal = 10 Seemeilen.

Salzgehalt. Die für die östliche Ostsee charakteristische „homohaline Deckschicht" von 7—8 ‰ Salzgehalt erstreckte sich von Stationen 11—7, wobei die an Station 11 beobachtete Mächtigkeit von 80 m, von der Oberfläche an gerechnet, zunächst dem Bodenrelief entsprechend bis 40 m (Station 8), dann aber plötzlich bis 5 m an Station 7 abnahm; hier befand sich darunter eine verhältnismäßig breite Schicht mit Wasser von 8—10 ‰ Salzgehalt, deren oberflächliche Ausläufer bis Station 5 reichten. Die tieferen Mulden an den Stationen 11—9 enthielten das starksalzige Wasser bis zu 15,35 ‰. Es bestehen also zwischen dem Wasser der oberen und unteren Schichten bedeutende Unterschiede, die sich allerdings auf große Entfernungen (105—80 m) in vertikaler Richtung verteilen. Anders an Station 5, wo die „Darsser Schwelle" das eigentliche Ostseebecken von der westlichen Ostsee (Beltsee) bis zu einer Tiefe von 18—20 m abschließt. Hier begegnet sich das leichtere bezw. schwerere Wasser beider Meeresteile, so daß bei der verhältnismäßig geringen Tiefe in schneller Aufeinanderfolge der Salzgehalt von 9,51 ‰ bis 14,09 ‰ wechselte. Ganz ähnlich verhielt es sich an Station 3, wo aber wegen der etwas größeren Tiefe (38 m) und ihrer Lage, direkt vor der Einmündung des Großen Belt, der starksalzige Unterstrom sich mehr bemerkbar machte und Wasser von über 20 ‰ Salzgehalt hinzuführte. Die zwischen beiden weiter südlich in der Howachter Bucht liegende Station 4 wurde zurzeit weniger von diesen Vorgängen berührt, so daß eine ziemlich homogene Wassersäule von 13,41—15,90 ‰ sich vorfand. Die Stationen 1 und 2 standen noch ausschließlich unter dem Einfluß des Kattegatstromes, indem der Salzgehalt noch 17,41—21,24 ‰ von der Oberfläche bis zum Grunde betrug.

Nach den Aufzeichnungen der Mailerminfahrt 1906 (s. „Bulletins") finden wir hier in der Oberflächenschicht (5—0 m) nur noch 10—12 ‰ Salzgehalt und das salzreiche Wasser von 17—20 + ‰ auf die untersten etwa 10 m beschränkt. Im Februar 1906 dagegen zeigte Station DO 3, die unserer Station 3

Digitized by Google

entspricht, (nach den „Bulletins") mit 19—21 ‰ Salzgehalt noch dasselbe Bild, wie eben für Station 2 angegeben wurde.

Diese drei Beobachtungen (Februar, März, Mai) stehen derart in Zusammenhang, daß die im März konstatierte Verschiebung des salzreichen Wassers weiter nach Westen (im Vergleich zum Februar) den Beginn des gewöhnlich im Frühjahr einsetzenden sogenannten baltischen Stromes anzeigt, und daß in den Mai-Beobachtungen sich die schon recht bedeutende Herrschaft dieses Stromes durch starke Aussüßung des Wassers kundtut. Seine größte Mächtigkeit pflegt er erst im August zu erreichen, d. h. immer nur als Oberflächenstrom. Naturgemäß wird mit seinem Stärkerwerden der entgegengesetzt laufende Unterstrom ebenfalls mächtiger.

c) Isohalinen des Wassers an den Stationen des Kattegats Anfang April 1906.

d) Isothermen des Wassers an den Stationen des Kattegats Anfang April 1906.

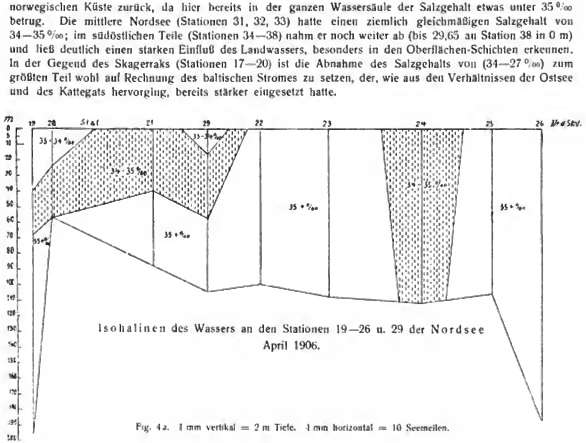
Fig. 3 (c u. d). 1 mm vertikal = 2 m Tiefe. 4 mm horizontal = 10 Seemeilen.

Dieselben Verhältnisse sehen wir gleichzeitig im Kattegat auftreten, nur mit dem Unterschiede, daß der Salzgehalt hier im ganzen höher ist. Da besonders der Sund die Ausflußöffnung des baltischen Stromes ist, tritt dessen Wirkung vor allem an der mehr in der Nähe gelegenen Station 12 hervor, die fast bis 10 m Tiefe noch Wasser unter 18 ‰ Salzgehalt aufwies. In seinem weiteren Verlauf folgt er hauptsächlich der Westküste Schwedens, während der salzreichere, eingehende Strom mehr am Ostrande Jütlands und mehr in der Tiefe fließt, so daß an Station 13 und 14 bis zu einer Tiefe von 15 m infolge des baltischen Stromes relativ salzarmes Wasser von 18—25 ‰, an Station 15 dagegen von der Oberfläche bis zum Grunde solches von 25—32 ‰ sich fand. Die Läsöer Rinne, in der diese Station liegt, stellt eine außerordentlich seichte Eingangspforte von nur 10—20 m Tiefe zwischen der Insel Läsö und Jütland in das Kattegat dar im Vergleich zu dem tieferen westlichen Teile des Kattegats zwischen Läsö und Schweden, der bei einer Tiefe von 60 m (Da 14) bis 90 m (Da 10) als letzter Ausläufer der norwegischen Rinne gilt. Natürlich kann hier das salzreiche Wasser (33—35 ‰) am leichtesten in großer Menge vordringen (bis Da 16 und Da 18, unsere Station 14 liegt zwischen diesen beiden dänischen Stationen), während die flache Schwelle der seichten Läsö-Rinne dies dann verhindert, wenn der in das Kattegat aus der Nordsee eingehende Unterstrom nicht mächtig genug ist. So finden wir nach den in den „Bulletins" veröffentlichten dänischen Untersuchungen an Station Da 13, die ungefähr mit unserer Station 15 zusammenfällt, im Februar nur Wasser von 32—33 ‰ im Mai dagegen von 0—7 m: 18—23 ‰, von 7—14 m: 23—33 ‰ und in den letzten 6 m Wasser von 33—35 ‰, so daß also auch hier ein Übertritt von sehr stark salzigem Wasser erfolgte, während aber gleichzeitig nach der Oberfläche zu der Salzgehalt in außerordentlich raschem Wechsel bis zu 18 ‰ abnahm und somit ein starker Einfluß des baltischen Stromes angezeigt wurde. Die im April 1906 auf der Helgoländer Fahrt an Station 15 (Da 13) ermittelten Werte bildeten ungefähr eine Mittelstufe zwischen den soeben für Februar und Mai angegebenen, indem der Unterschied zwischen Boden- und Oberflächenwasser bereits deutlicher bemerkbar war (0—12 m: 25,21 ‰; 12—19 m: — 31,22 ‰) als im

Digitized by Google

Februar (0—20 m: 32,36 ‰ — 32,90 ‰), aber noch nicht den Grad erreicht hatte, wie oben für den Mai angegeben ist. Die wechselnden Salzgehaltsverhältnisse haben hier große Ähnlichkeit mit den vorher für die Ostseestation 3 (DO 3) angeführten, so daß für beide der gleichzeitig und in gleichem Sinne wirkende Einfluß des baltischen Stromes unverkennbar ist. Wasser über 35 ‰ ist im April 1906 nicht im Kattegat angetroffen worden.

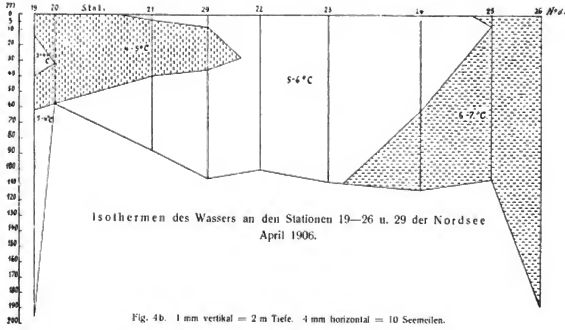
Dieses fand sich erst im Verlauf der Fahrt an der folgenden Station 17 in der Tiefe des Skagerraks von 60—104 m. Die Verteilung dieses Wassers ist für die Beurteilung der hydrographischen Verhältnisse in der Nordsee von besonderer Wichtigkeit. Es ist ozeanischen Ursprungs und dringt, soweit der nördliche und mittlere Teil der Nordsee in Betracht kommen, vom Nordwesten her durch die Pentland-Straße, das breite Tor von Fair-J., zwischen den Orkney- und Shetlands-Inseln und zwischen den Shetlands-Inseln und der norwegischen Küste, dem breitesten und tiefsten Eintrittsgebiet, in die Nordsee ein (Krümmel 19, p. 13). So finden wir es im April 1906 in der Tiefe bis weit in das Skagerrak sich erstrecken (Station 19, 20, 17); an der Oberfläche dagegen blieb es auf den nordwestlichen Teil der Nordsee beschränkt in einer Entfernung von 2—3° von der norwegischen Küste (Stationen 26, 25, 23, 22) und erreichte ungefähr mit dem 57. Breitengrad (Station 30) seine südliche Grenze. Bei Station 24 trat das ozeanische Wasser am weitesten von der norwegischen Küste zurück, da hier bereits in der ganzen Wassersäule der Salzgehalt etwas unter 35 ‰ betrug. Die mittlere Nordsee (Stationen 31, 32, 33) hatte einen ziemlich gleichmäßigen Salzgehalt von 34—35 ‰; im südöstlichen Teile (Stationen 34—38) nahm er noch weiter ab (bis 29,65 an Station 38 in 0 m) und ließ deutlich einen starken Einfluß des Landwassers, besonders in den Oberflächen-Schichten erkennen. In der Gegend des Skagerraks (Stationen 17—20) ist die Abnahme des Salzgehalts von (34—27 ‰) zum größten Teil wohl auf Rechnung des baltischen Stromes zu setzen, der, wie aus den Verhältnissen der Ostsee und des Kattegats hervorging, bereits stärker eingesetzt hatte.



Isohalinen des Wassers an den Stationen 19—26 u. 29 der Nordsee April 1906.

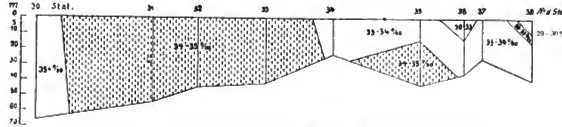
Fig. 42. 1 mm vertikal = 2 m Tiefe. 1 mm horizontal = 10 Seemeilen.

Digitized by Google

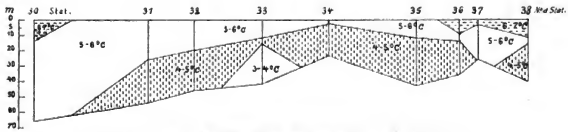


Isothermen des Wassers an den Stationen 19—26 u. 29 der Nordsee
April 1906.

Fig. 4b. 1 mm vertikal = 2 m Tiefe. 4 mm horizontal = 10 Seemeilen.



a) Isohalinen des Wassers an den Stationen 30—38 der Nordsee
April 1906.



b) Isothermen des Wassers an den Stationen 30—38 der Nordsee
April 1906.

Fig. 5 (a u. b). 1 mm vertikal = 2 m Tiefe. 4 mm horizontal = 10 Seemeilen.

Digitized by Google

Diese Verteilung des Salzgehalts entspricht in großen Zügen durchaus den Verhältnissen, wie sie Krümmel in seinem Vortrage (19) dargestellt hat. Da die Unterschiede im Salzgehalt in der Nordsee, abgesehen von den inneren Teilen des Skagerraks, im Vergleich zu den Schwankungen der anderen beiden Gebiete nicht bedeutend sind, also auch ihr Einfluß auf die Planktonorganismen nicht sehr differenzierend wirken kann, so scheint mir ein weiteres Eingehen auf die kleineren Abweichungen überflüssig zu sein; auch ist es zurzeit nicht möglich, auf Grund der bisherigen Forschungen diese in ihrer wirklichen Bedeutung zu erkennen.

Ein Vergleich mit den Angaben der „Bulletins" aus anderen Jahreszeiten ermöglicht auch nur einen Einblick nach einem wesentlichen Gesichtspunkt hin. Es zeigt sich nämlich, daß im Februar 1906 das stärker salzige Wasser (35 + ‰[1]) — 34 ‰) eine bedeutend größere Fläche einnahm als im April, wie auch nach Krümmels Auseinandersetzungen (19, p. 13) zu erwarten ist. Die 35 + ‰-Isohaline umfaßte an der Oberfläche im Februar 1906 auch die Stationen 29, 21 und 31, durch die im April 1906 z. T. schon die 34 ‰-Isohaline hindurchging, und Wasser von 34 ‰ Salzgehalt reichte im Februar bis Skagen ins Skagerrak hinein und näherte sich der deutschen Westküste soweit, daß nun auch die Stationen 19, 20, 35, 36 innerhalb der 34 ‰-Isohaline gelegen haben würden (also einen Salzgehalt von 34—35 ‰ gehabt hätten), die im April nur noch innerhalb der 33 ‰-Isohaline lagen, also nur 33—34 ‰ Salzgehalt aufwiesen. In nächster Nähe der Küste war im April die Aussüßung ebenfalls weiter vorgeschritten, und zwar sowohl in der sogenannten deutschen Bucht (Stationen 37, 38), als auch in den inneren Teilen des Skagerraks, wie schon oben des näheren angegeben ist.

Temperatur. Die Temperatur weist in der Ostsee nicht dieselbe starke Schichtung wie der Salzgehalt auf, sondern verteilt sich über das ganze Gebiet bedeutend gleichmäßiger. Es herrschte in der westlichen Ostsee noch überall von der Oberfläche bis zum Boden vom Winter her eine Temperatur von 2—3° vor, während sie an den östlichen Stationen (8—11) ungefähr bis zur selben Tiefe hinabging, wie das Wasser von 7—10 ‰ Salzgehalt reichte (50—60 m, an Station 11: 80 m). Darunter nahm die Temperatur ziemlich proportional der zunehmenden Tiefe von 3 bis ca. 5,3° zu. Dieser Wärmegrad pflegt sich ziemlich konstant das ganze Jahr über in der Tiefe zu halten. An den Stationen 3 und 4 war das Wasser bis zu 5 m Tiefe noch etwas unter 2° abgekühlt; 1,75° (Station 3: 0 m) war die niedrigste Messung.

Ebenso trat auch im Kattegat und Skagerrak eine gewisse Abhängigkeit der Temperatur vom Salzgehalt zutage. Das obere Wasser bis zur Tiefe von 20—30 m maß wie in der Ostsee ungefähr 2—3° und entsprach etwa der Schicht, die Wasser bis zu 32 ‰ Salzgehalt führte. Nur ganz oberflächlich war an einigen Stationen (14, 15, 17) das Wasser infolge des damals gerade herrschenden Frühlingswetters etwas mehr (bis 3,5°) erwärmt. Mit zunehmender Tiefe finden wir auch gleichzeitig mit dem höheren Salzgehalt wärmeres Wasser (Station 17, 102 m: bei 35,16 ‰: 5,21°).

Bewegten sich die Temperaturschwankungen in der Ostsee und im Kattegat zwischen 1,75 und 5,3°, so in der Nordsee zwischen 3,5° und 7,9°; die Unterschiede betrugen in allen Gebieten also ungefähr gleich viel (3,5°), das Wasser der Nordsee war aber im ganzen um 1—2° wärmer. Das wärmste Wasser fand sich in zwei hydrographisch vollständig verschiedenen Gebieten, so daß auch die Ursachen der stärkeren Erwärmung verschieden zu sein scheinen, und zwar herrschte einerseits an den nördlichsten Stationen (25 und 26) in der ganzen Wassersäule eine Temperatur von etwa 6—7°, die dem hier befindlichen ozeanischen Wasser aus dem Golfstromgebiet erhalten geblieben ist; andererseits machte sich eine stärkere, oberflächliche Erwärmung (bis 5—10 m Tiefe) an den Stationen der südöstlichen Nordsee (36, 37, 38) bemerkbar, die offenbar durch den längeren Einfluß der wärmer gewordenen Witterung hervorgerufen wurde. In dem dazwischenliegenden Gebiet, von Station 25 durch die mittlere Nordsee (Stationen 24, 23, 22, 30—35) hindurch, herrschte eine Temperatur von 5—6° vor. Wärmeres Wasser führten hier die unteren ca. 50 m von Station 24 und die oberen 10 m von Station 30, kälteres Wasser dagegen die untersten 20 m der der Küste nähergelegenen Stationen 31—38. Besonders interessant ist noch der Einfluß des kälteren baltischen Stromes auf die Temperaturverteilung an den Stationen 19, 20, 21 und 29, wo in das 5—6° warme Wasser des nördlichen Gebietes zungenförmig in die mehr oberflächlichen Schichten kälteres Wasser

[1]) 35 + ‰ = Wasser über 35 ‰ Salzgehalt, der höchste während dieser Fahrt war 35,25 ‰.

Digitized by Google

von 3—5° eindringt. Die Tiefen sowohl von 40—60 m an (Stationen 29, 21, 20, 19) als auch die Oberfläche von Station 29 und 21 (bis zu 10 bezw. 3 m) behalten eine Temperatur von 5—6°. Die graphische Darstellung läßt erkennen, daß diese Wirkung bis Station 24, wenn auch in schwächer werdendem Maße, sich erstreckt und daß eine gewisse Ähnlichkeit mit der Verteilung des Salzgehalts besteht.

c) Die Plankton-Volumina.

Die Volumina sind, wie bisher üblich (s. Apstein, 2, p. 9), durch 24 stündiges Absetzenlassen bestimmt worden. Die in Kubikzentimetern gemessene Menge wurde, gerade wie bei den durch Zählung erhaltenen Resultaten, mit dem Netzkoeffizienten 80 multipliziert zur Feststellung des Volumens in der ganzen Wassersäule unter 1 qm Oberfläche, und durch Division dieses Wertes mit der Meterzahl der durchfischten Wassersäule ergab sich die Menge an Plankton pro 1 cbm Wasser. Hierdurch wird ein Vergleich der in den verschiedenen Tiefen erhaltenen Planktonmengen ermöglicht, d. h. nur dann, wenn der Unterschied zwischen den Längen der durchfischten Wassersäulen nicht zu groß ist.

Wie Hensen ausgeführt (16, p. 38), übt die verschiedenartige Zusammensetzung der Fänge einen zu sehr wechselnden Einfluß auf die Größe des abgesetzten Volumens aus, als daß über die Menge an organisierter Substanz etwas ausgesagt werden könnte. „Bei dem Fang mit dem feinen Netzzeug wird das Volumen fast ausschließend durch Diatomeen und Dinoflagellaten bestimmt". „Ein großes Volumen des Fanges läßt auf ein Überwiegen der Diatomeen, ein kleines auf deren geringe Anzahl schließen" [1]. „Für das Gewicht des Fanges sagt das Volumen nichts Sicheres aus, während 1 ccm Peridineen etwa 0,054 g organische Substanz enthielt, gaben 1 ccm Diatomeen 0,00225 g, also fast 25 mal weniger; da diese beiden Formen in den Fängen in allen möglichen Verhältnissen gemischt vorkommen können, so muß zugegeben werden, daß die Volumenbestimmungen ein absolutes Maß nicht zu geben vermögen". Doch konnte Brandt (4, p. 31) nachweisen, „daß, abgesehen von den drei großen Fängen (im März, April und September 1893), die sehr viel Diatomeen enthalten, beide Werte (nämlich Volumen und Trockengewicht) in bestimmtem Verhältnis zueinander stehen". Es würden also die kleineren Fänge besser unter sich vergleichbar sein, als mit den großen, diatomeenreichen, deren Volumina unverhältnismäßig viel größer sind und mehr an organisierter Substanz zu enthalten scheinen, als die Trockengewichts-Bestimmung und die Ermittelung der chemischen Zusammensetzung ergibt. Immerhin gewähren diese Volumenbestimmungen, wenn man sich nur ihrer Mängel bewußt bleibt und genügend berücksichtigt, was sie zum Ausdruck zu bringen vermögen und was nicht, einen ersten Überblick über die Planktonverhältnisse, der wesentlich ist, wenn es sich, wie in vorliegendem Falle, darum handelt, zur genaueren Untersuchung durch Zählung geeignete Fänge aus einer größeren Anzahl auszuwählen. Daher möchte ich diese Bestimmungen nicht ganz unterdrücken. (Die Berechnungen der Volumina sind in Tabelle 1 aufgeführt.)

Die nachstehenden graphischen Darstellungen (Fig. 6) zeigen, daß die Planktonvolumina der Ostsee verhältnismäßig geringe Schwankungen aufwiesen, indem sie sich zwischen den Grenzen von 552 und 84 ccm bewegten. Unter dem Mittel von 221 ccm blieben alle Stationen der östlichen Ostsee (6—11) bis auf Station 9 (256 ccm), in der westlichen Ostsee aber nur die Stationen 3 und 4, und hier auch nur um ein geringes. Nach den beiden Gebieten gesondert berechnet, würde sich als Mittel ergeben einerseits 143 ccm für die östliche, andrerseits 325 ccm für die westliche Ostsee, so daß auch hier wieder die früher schon wiederholt konstatierte größere Reichhaltigkeit des westlichen Teiles gegenüber dem östlichen an Plankton (besonders an Diatomeen) zutage tritt.

Die Mehrzahl der Nordseelänge brachte beträchtlich größere Mengen, einige aber bedeutend weniger als der kleinste Fang der Ostsee. Das Mittel betrug 654 ccm unter 1 qm Oberfläche. Die größten Unterschiede zeigten sich unter den Stationen, die dem Westrande der norwegischen Rinne folgend über 100 bis 200 m Tiefe fiegen (19—25, 29, 30). Die Volumina der 4 Stationen 19, 21, 29, 24, die sich alle über dem Mittel hielten, gehören dem Wasser unter 35 ‰ an, während die der anderen Stationen (30, 22, 23,

[1] Soweit der Wert dieser Volumenbestimmungen in Frage steht, ist Lohmann (21) neuerdings auf anderem Wege (durch Vergleich mit seinem „Rechenvolumen") zu einem ähnlichen Ergebnis gekommen: „Das Volumen durch Absetzenlassen bringt also im wesentlichen nur zum Ausdruck, welchen Gang die Bevölkerungsdichte der Chaetoceras nimmt".

Digitized by Google

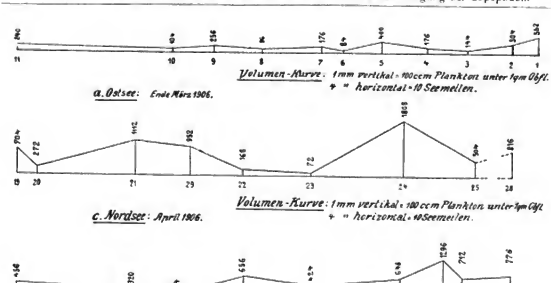


Fig. 6 (a, c u. d). (Maßstab s. Fig. 6b.)

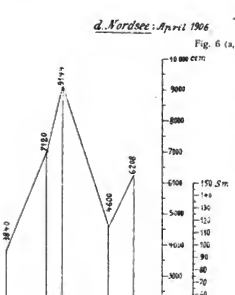


Fig. 6b.

25) unter dem Mittel blieben und gleichzeitig aus Wasser von mehr als 35 ‰ Salzgehalt stammten. Es macht sich hier sicher der Einfluß der Küste auf die Diatomeenwucherung bemerkbar, sei es, daß die Stationen der Küste näher liegen, wie 19, 21, 29, sei es, daß der Einfluß des Küstenwassers weiter in die See hinausreicht, wie an Station 24. Dieser Unterschied ist besonders an den Stationen 23 und 24 gut ausgeprägt, wo das größte, überhaupt in der Nordsee gefundene Volumen von 1808 ccm unter 1 qm (Station 24) dem fast kleinsten von 78 gegenübersteht, obgleich beide Stationen verhältnismäßig nahe beieinander liegen, aber, wie wir oben gesehen hatten, hydrographisch eben durchaus verschieden sind.

Die Fänge der mittleren und südöstlichen Nordsee hielten sich ihrem Volumen nach alle ungefähr in der Nähe des Mittels, bis auf Station 32, die mit 64 ccm das überhaupt kleinste Volumen aufwies. Auch hier ist nach der graphischen Darstellung gut zu beobachten, wie gleichzeitig mit Annäherung an die Küste die Volumina an Größe zunehmen.

Von allen diesen Fängen unterschieden sich die des Kattegats ganz bedeutend durch ihr sehr viel größeres Volumen, das durch starke, vielleicht maximale Wucherung der Diatomeen hervorgerufen wurde. Das Mittel von 6200 ccm unter 1 qm Oberfläche übertrifft das der Nordsee um das 10fache und das der Ostsee um das 30fache. Wie sehr diese Verhältnisse von den Diatomeen abhängig sind, zeigt sich deutlich wenn man daneben die Zahlen, die ich vorgreifend hier anführen möchte, betrachtet.

Digitized by Google

Die zweite Zeile dieser Tabelle enthält das mittlere Volumen in ccm aus den gezählten Fängen. Nur diese kommen in Betracht, wenn das Volumen mit den Zahlenergebnissen verglichen werden soll. Von dem aus allen Fängen gebildeten Mittel weicht das Mittel dieser gezählten Fänge aber nur sehr wenig ab (vergl. mit Zeile 1 der Tabelle 3); für die Ostsee und das Kattegat ergeben sich etwas kleinere Werte, für die Nordsee ein etwas größerer, so daß auch die beiden Quotienten Kattegat:Nordsee und Kattegat:Ostsee (rechts in Tabelle 3) je unter sich verglichen nur wenig voneinander verschieden sind. Es zeigt diese

Tabelle 3.

Zusammengestellt aus Tabelle 1 für die Volumenangaben und aus Tabelle A für die Zahlenangaben.

			Ostsee	Kattegat	Nordsee	Quotient Kattegat / Ostsee	Quotient Kattegat / Nordsee
1.		Mittleres Volumen in ccm, berechnet aus allen Fängen, unter 1 qm Oberfläche	221	6200	654	28	9,5
2.		Mittleres Volumen in ccm, berechnet aus den gezählten Fängen, unter 1 qm Oberfläche	205	6176	756	**30,3**	**8,2**
3.	Mittlere Anzahl unter 1 qm Oberfläche	aller Diatomeen	196 Millionen	7100 Millionen	2052 Millionen	**36**	**3,4**
a)		der Chaetoceras	120 Millionen	4700 Millionen	1255 Millionen	**39**	**3,5**
b)		der Biddulphien	0,075 Millionen	15 Millionen	46 Millionen	200	0,3
c)		der Coscinodiscen und Thalassiosiren	23 Millionen	170 Millionen	84 Millionen	7,5	2,0
d)		der Rhizosolenien	0,024 Millionen	140 Millionen	5 Millionen	5800	28
e)		der „andern Diatomeen"	53 Millionen	2100 Millionen	700 Millionen	**40**	**3,0**
4.		der Ceratien	170 Tausend	1200 Tausend	3100 Tausend	7	0,4
5.		der Copepoden	68 Tausend	144 Tausend	89 Tausend	2,1	1,6
6.		der Nauplien	260 Tausend	410 Tausend	250 Tausend	1,6	1,6
7.		der Coelenteraten	48	1500	3400	31	0,44
8.		der Echinodermenlarven	—	740	33000	—	0,02
9.		der „Vermes"	13 Tausend	19 Tausend	41 Tausend	1,5	0,5
10.		der „Crustaceen exkl. Copepoden"	16	4500	4200	260	1
11.		der „Mollusken"	2200	37 Tausend	43 Tausend	16,8	0,8
12.		der Tunicaten	—	1200	384 Tausend	—	0,003

Zusammenstellung auch, daß die Auswahl der gezählten Fänge günstig genug getroffen wurde, um ein in hohem Grade denjenigen Verhältnissen ähnliches Bild zu bekommen, wie es aus der Gesamtzahl der Fänge überhaupt zu ermitteln möglich gewesen wäre.

Digitized by Google

Wäre das Volumen in gleichem Verhältnis von den Organismen abhängig, so müßten die genannten Quotienten (Tabelle 3) sowohl der Volumina als auch der Zahlen unter sich übereinstimmen. Dieser Bedingung kamen am meisten nahe die Quotienten für „alle Diatomeen" (Zeile 3), für die Chaetoceras (Zeile 3*) und für die „anderen Diatomeen" (Zeile 3**). Unter den Diatomeen beherrschten die Chaetoceras-Arten auch absolut genommen die Zahlen, so daß erklärlicherweise die Quotienten für „alle Diatomeen" und die Chaetoceras fast ganz genau übereinstimmen, während die „andern Diatomeen" etwas mehr abweichen. In der Ostsee kam für letztere nur *Sceletonema* in Betracht, im Kattegat und in der Nordsee außerdem noch *Thalassiothrix nitzschoides, Nitzschia seriata, Navicula* sp. sp., *Leptocylindrus danicus, Lauderia borealis, Coscinosira polychorda* und z. T. *Asterionella* und *Eucampia*. Auffallenderweise geben die Zahlen für alle diese Organismen ein noch nicht $^1/_3$ so großes Übergewicht des Kattegats über die Nordsee an (Quotient 3,0—3,5) wie das Volumen (8,2), so daß also das verhältnismäßig größere Volumen in diesem Falle z. T. wohl auch durch andere Organismen hervorgerufen ist; am nächsten liegt es wohl, *Rhizosolenia* dafür verantwortlich zu machen, die neben einem hohen Quotienten, Kattegat:Nordsee = 28, auch absolut eine ziemlich hohe Zahl (140 Millionen unter 1 qm Oberfläche durchschnittlich im Kattegat) aufwies. Biddulphia kann trotz ihres ebenfalls hohen Quotienten nicht in Betracht kommen, da sie nur mit 15 Millionen unter 1 qm vertreten war. Die Coscinodiscen und Thalassiosiren scheinen nur einen geringen Einfluß zu haben, die Ceratien offenbar noch viel weniger, da einerseits ihre absoluten Zahlen nur verhältnismäßig klein sind und andererseits im Kattegat sogar nur $^1/_2$ soviele (Quotient 0,54) wie in der Nordsee vorhanden sind, während das Volumen der Kattegat-Fänge 8mal so groß wie das der Nordsee-Fänge ist. Von den Protozeen ist wegen der geringen Anzahl und ihrer Kleinheit wohl überhaupt kein Einfluß auf das Volumen zu erwarten, daher habe ich sie in dieser Zusammenstellung fortgelassen. Bei den Metazoen weichen die Quotienten der Zahlen durchgehends recht bedeutend von denen des Volumens ab; wie sehr durch ihre Größe das Mißverhältnis teils verstärkt, teils kompensiert wird, vermag ich nicht zu erkennen, es scheint mir auch nicht möglich, das im einzelnen an den vorliegenden Fängen genauer zu untersuchen.

Als wesentlich geht aus dieser Zusammenstellung hervor, daß die Quotienten der Volumina und die der Diatomeen einander am nächsten stehen, ein Umstand, der an sich zwar zufällig sein könnte (vergl. Tabelle 3, Zeile 7 für Coelenteraten), in diesem Falle sich aber mit der Wirklichkeit deckt, da die Diatomeen trotz ihrer Kleinheit durch die ungeheuer großen Zahlen und ihre sperrigen Formen sicher von hervorragend bestimmendem Einfluß auf die Größe des Volumens sind.

Ein Vergleich der Volumina in den verschiedenen Wasserschichten (Angaben darüber finden sich in Tabelle 1) zeigt im wesentlichen nur das bedeutende Übergewicht an Menge, das die Fänge aus 5 m Tiefe (im Kattegat bis zu 20- 30 m) über die aus den darunter liegenden Schichten haben. Von weitaus größerer Bedeutung ist es, zahlenmäßig den Einfluß der einzelnen Arten auf diese Verhältnisse kennen zu lernen, doch muß ich hierüber auf das Folgende verweisen.

d) Die Verbreitung der wichtigsten Planktonorganismen in Ostsee, Kattegat und Nordsee, dargestellt nach den Fängen im März-April 1906.

Die Diatomeen.

Bei der Fülle von Diatomeen-Arten, die uns gerade im Frühjahr entgegentritt, wird durch die mannigfachen Schwankungen der Zahlen von Station zu Station und in den verschiedenen Stufenfängen von Tiefe zu Tiefe die Übersicht über die Verbreitung der Arten außerordentlich erschwert. Die folgende Tabelle 4 mag daher zunächst das zahlenmäßige Verhältnis der wichtigsten Diatomeengruppen zusammenfassend veranschaulichen.

Digitized by Google

Tabelle 4.
(Zusammengestellt aus Tabelle A.)

Nr. der Station	Berechnet auf 1 qm Oberfläche				
	Chaetoceras-Arten	Coscinodiscus-, Thalassiosira-Arten und Coscinosira	Rhizosolenia-Arten	Biddulphia-Arten	die „andern Diatomeen"
11	120 000 000	32 000 000	—	—	11 800 000
10	18 000 000	13 000 000	—	×	6 800 000
7	190 000 000	43 000 000	—	4 000	42 200 000
5	200 000 000	24 000 000	—	8 000	180 000 000
2	72 000 000	860 000	118 000	366 000	25 400 000
12	7 000 000 000	204 000 000	108 940 000	13 000 000	844 000 000
13	2 900 000 000	151 000 000	122 200 000	15 400 000	3 311 000 000
14	6 900 000 000	280 000 000	155 058 000	31 310 000	3 364 000 000
15	2 000 000 000	44 000 000	177 600 000	740 000	773 000 000
19	880 000 000	104 000 000	15 000 000	8 000	65 400 000
21	3 000 000 000	51 000 000	4 360 000	×	77 500 000
23	14 000 000	1 700 000	186 000	×	4 400 000
24	3 000 000 000	105 000 000	4 320 000	×	235 000 000
28	1 800 000 000	234 000 000	8 000 000	48 000	64 000 000
32	8 400 000	450 000	1 430 000	×	1 500 000
37	83 000 000	94 000 000	30 000	740 000 000	4 490 000 000

Die Chaetoceras-Arten waren im Vergleich zu den anderen Diatomeen-Gattungen fast überall am zahlreichsten vertreten (Ausnahme nur Station 37, wo *Asterionella* häufiger war). Dann folgten als die nächsthäufigen in ihrer Gesamtzahl die unter den „anderen Diatomeen" zusammengefaßten Arten. Es sei kurz vorausbemerkt, daß hierfür in der Ostsee nur *Sceletonema* und im westlichen Teile (Station 2) auch noch *Thalassiothrix nitzschoides* in Betracht kamen, im Kattegat aber (Station 12—15) folgende Arten dominierten: *Sceletonema, Thalassiothrix nitzschoides, Nitzschia seriata, Navicula*-Arten, *Leptocylindrus, Lauderia borealis;* in der nördlichen Nordsee (Station 19—28): *Sceletonema, Nitzschia seriata, Navicula*-Arten, *Thalassiothrix nitzschoides, Lauderia borealis;* in der südöstlichen Nordsee vor allem *Eucampia* (Station 32) und *Asterionella* (Station 37), dann *Sceletonema* und *Thalassiothrix nitzschoides.* Die Arten sind nach dem Häufigkeitsgrad geordnet aufgeführt, nur hin und wieder kommen kleine, unwesentliche Abweichungen von dieser Reihenfolge vor, auf die ich später im einzelnen noch zu sprechen komme.

In weiterem Abstande kommen die Coscinodiscen und Thalassiosiren an die Reihe, die zusammen ungefähr 7 sicher bestimmte Arten umfaßten. Die Gruppe der „anderen Diatomeen" setzte sich zwar aus 24 Arten zusammen, von denen aber auch nur 6—7 in bezug auf die Anzahl von wirklich ausschlaggebender Bedeutung waren, so daß also die „anderen Diatomeen" nicht infolge ihrer größeren Artenzahl an zweiter Stelle stehen. Noch spärlicher waren vertreten die Rhizosolenien und schließlich die Biddulphien, obgleich die Anzahl der aufgefundenen Arten ebenfalls 8 bezw. 7 betrug.

Chaetoceras.

In der Ostsee waren die Unterschiede zwischen den Gesamtzahlen der Chaetoceras nicht sehr groß; es befanden sich unter 1 qm Oberfläche an Station 11: 120 Millionen, an Station 10: 18 Millionen, an Station 7: 190 Millionen und an Station 2: 72 Millionen Zellen. Die z. T. geringe Abnahme der Gesamtzahlen von Stationen 5—11 wurde dadurch hervorgerufen, daß einige Arten im Osten verschwinden, denn die an Station 10 und 11 anzutreffenden Arten *Ch. danicum, holsaticum* und *Wighami* sind an Station 11 sogar noch häufiger geworden als vorher im westlichen Teile der Ostsee. An Station 7 kamen die Arten *Ch. subtile* und *debile* neu hinzu, an Station 5: *Ch. breve, deciplens, diadema,* an Station 2 auch noch *Ch. boreale* und *didymum.* Die Schwankungen in den Zahlen scheinen vor allem darauf hinzuweisen, daß die Wucherungsperiode der Chaetoceras in verschiedenen Stadien ihres Beginnes angetroffen ist.

Im Kattegat, wo das Diatomeenwachstum in voller Blüte stand, kamen noch eine ganze Reihe weiterer Arten hinzu. Es traten am meisten hervor *Ch. diadema, decipiens* und *debile* mit ungefähr

Digitized by Google

je 100—1000 Millionen Zellen unter 1 qm. Noch weit größere Mengen brachte das neu hinzugekommene *Chaetoceras sociale* hervor, das mit 1—5 Milliarden Zellen unter 1 qm die größten Zahlen erreichte. Die Zahlen für diese Form sind jedoch etwas unsicherer als die für die andern Arten, da die zu Kolonien oder Bruchstücken von Kolonien zusammenhängenden Zellen nicht immer einzeln gezählt wurden. Große Kolonien, die den Eindruck machten, als seien sie vollständig erhalten, umfaßten im Durchschnitt etwa 300 Zellen. Es waren aber nur relativ wenig davon vorhanden, die meisten waren in Buchstücke zerfallen, deren Zellenanzahl taxiert wurde; den Hauptanteil bildeten die einzelnen oder zu kleinen, leicht zählbaren Büscheln zusammenhaftenden Zellen. Diese wurden trocken gezählt. Trotzdem konnten sie nach der charakteristischen Stellung der Hörner mit Sicherheit bestimmt werden, während andere ebenso zarte Arten wie *Ch. sociale*, bei der Trockenzählung nicht immer gut zu erkennen waren, wie z. B. *Ch. holsaticum, simile, contortum, Wighami, gracile* und andere. Daher finden sich auch an jeder Station, wo die ungeheuere Menge der Diatomeen zur Trockenzählung zwang, unter sp. sp. eine beträchtliche Anzahl angeführt. Unter den besonders zahlreich auftretenden Arten, die neu hinzugekommen sind, ist auch *Ch. laciniosum* zu nennen (Stationen 13 und 14: über 100 Millionen unter 1 qm). Auch die übrigen Arten folgten in nicht zu weitem Abstand mit je einigen 10 Millionen. Dem Kattegat gehörten alle 24 überhaupt sicher bestimmten Arten an, außer *Chaetoceras atlanticum*, das erst an Station 19 zum ersten Male angetroffen wurde.

In der Nordsee fanden sich diese Arten aber nicht überall wieder vor, besonders im mittleren Teile (Stat. 31, 32), und im südöstlichen Küstengebiet hatte die Artenzahl beträchtlich abgenommen, indem von Station 31 an *Ch. breve, constrictum, eriophilum, curvisetum, Schütti, simile* und *sociale* überhaupt nicht mehr angetroffen wurden, andere aber nur vereinzelt vorkamen, wie *Ch. atlanticum* (Stat. 32), *densum* (Stat. 33), *laciniosum* (Stat. 32), *scolopendra* (Stat. 32, 36, 37), *Wittei* (Stat. 32, 36). Die Übersicht in Tabelle 4 zeigt, daß auch die Zahlen hier bedeutend abgenommen haben: an den Stationen 28, 24 und 21 waren es noch 1800—3000 Millionen, an Station 32 dagegen 8 Millionen und an 37, die der Küste wieder näher lag, 83 Millionen Zellen unter 1 qm. Diese wurden hauptsächlich gebildet aus *Chaetoceras teres* (12000000), *debile* (50000000), *decipiens* und *diadema* mit je 9000000 unter 1 qm.

Im nördlichen Teile der Nordsee (Stationen 17—30) traten neben den ebenfalls sehr häufigen Arten *Ch. decipiens* und *debile* besonders *Ch. constrictum* und *laciniosum* in den Vordergrund.

Die Abhängigkeit dieser Verteilung von den hydrographischen Verhältnissen kann nach zwei Richtungen hin hervortreten: 1. Die Schwankungen in der Häufigkeit, die einen jahreszeitlichen periodischen Wechsel im Auftreten der Diatomeen kennzeichnen, können durch parallel verlaufende hydrographische Veränderungen bedingt sein; doch läßt sich dies nur im Zusammenhang mit vor- und nachher gemachten Beobachtungen derselben Gegend mit genügender Sicherheit erkennen. Die vorliegenden Beobachtungen machen nur wahrscheinlich, daß im Kattegat ein Maximum angetroffen wurde, im übrigen Gebiet, je nach der Häufigkeit, ein früheres oder späteres Stadium der Wucherung. 2. Soweit der Salzgehalt der Verbreitung überhaupt bestimmte Grenzen zieht, läßt sich auch nach dem vorliegenden Material mit einiger Bestimmtheit die Abhängigkeit von einem schwächeren oder stärkeren Salzgehalt zuweilen erkennen.

So finden wir für *Chaetoceras danicum*, das in der östlichen Ostsee am häufigsten war (Station 10, 5—0 m: 1200000 Zellen in 1 cbm), im Kattegat an den Stationen 12, 13 und 15 nur so wenig vertreten, daß eine Zählung neben den häufigeren Arten nicht möglich war; an Station 14 wurde in der 10—5 m-Schicht für das Kattegat die höchste Zahl von nur 480000 Zellen in 1 cbm (für *Ch. danicum*) konstatiert. Noch deutlicher sprechen die Zahlen für *Ch. holsaticum* und *Wighami* für eine Bevorzugung des schwächeren Salzgehalts, da diese Arten einerseits nur in der Ostsee und im Kattegat vorkamen, andererseits im Kattegat in der 5—0 m-Schicht, die, wie wir oben sahen, den schwächsten Salzgehalt enthielt, am häufigsten waren, was sonst, wie später gezeigt werden soll, an den Kattegatstationen nicht die Regel war. (*Chaetoceras holsaticum* pro 1 cbm: Station 12, 5—0 m: 7400000; 21—5 m: 1000000; 28—21 m: 170000; Station 14, 5—0 m: 1900000; 10—5 m: ×; 30—10 m: 120000; 75—30 m —. *Chaetoceras Wighami* pro 1 cbm: Station 12, 5—0 m: 1200000; 21—5 m: 1200000; 28—21 m: ×. Station 14, 5—0 m: 1900000; 10—5 m: 560000; 30—10 m: ×; 75—30 m: 35000. Ähnlich ist es an Station 13 auch. Station 15 ist nicht so beweiskräftig, da hier wegen der geringen Tiefe [15 m] nur 2 Stufen vorliegen, von denen die obere auch von den andern Diatomeen bevorzugt wird.)

Digitized by Google

Andererseits befanden sich die Arten *Ch. breve, debile, decipiens,* die im Kattegat und in der Nordsee häufig sind, jetzt nur bis höchstens Station 7 nach Osten hin in der Ostsee, hier aber in den tieferen Schichten mit dem stärker salzhaltigen Wasser zahlreicher (Station 5: *Ch. breve*: 5—0 m —; 21—5 m: 28000. *Ch. debile*: 5—0 m: —; 21—5 m: 2500. *Ch. decipiens*: 5—0 m: —; 21—5 m: 1800 pro 1 cbm).

Ein Vergleich der Zahlen aus dem Kattegat und der Nordsee zeigt aber auch ähnliche Unterschiede in der Tiefenverteilung, doch waren die Fälle nicht so häufig und einstimmig, da ja auch der Salzgehalt nicht so stark schwankt, so daß eine Abhängigkeit davon nach dem Vorliegenden nicht konstatiert werden kann.

Dauersporen, die fast gleichzeitig mit dem Höhepunkt der Wucherung sich zu bilden pflegen, wurden gefunden für die Arten: *Ch. debile, diadema, holsaticum, laciniosum, simile, sociale* und *teres,* und zwar in großer Anzahl naturgemäß an den Stationen des Kattegats.

Die Tiefenverteilung, die oben schon gestreift wurde, läßt sich im einzelnen außerordentlich schwer nach bestimmten Gesichtspunkten befriedigend deuten. Im allgemeinen sind die obersten Schichten merklich dichter bevölkert. Wo nur die 5—0 m-Schicht abgespalten wurde und darunter eine Wassersäule von beträchtlicher Tiefe sich fand (z. B. Station 23:5—0 m, 107—5 m) wird der Unterschied zwischen den auf 1 cbm umgerechneten Zahlen z. T. auch dadurch herbeigeführt, daß für die untere Schicht bei Reduzierung durch Division mit der durchfischten Meterzahl auf 1 cbm ein unverhältnismäßig kleiner Wert sich ergibt; aber das trifft auch nur dann zu, wenn eben die Menge nach der Tiefe zu abnimmt und der für 1 cbm gewonnene Wert nicht an jeder Stelle der Wassersäule Gültigkeit haben kann. Daher greife ich zur Veranschaulichung der Tiefenverteilung diejenigen Stationen heraus, wo mehrere Stufen untersucht sind:

an Station 19 betrugen in	191—75 m	75—5 m	5—0 m
pro 1 cbm alle Chaetoceras-Zellen	38 000	5 500 000	99 000 000
Verhältnis ca.	1 :	145 :	2600
an Station 21 betrugen in	87—30 m	30—5 m	5—0 m
pro 1 cbm alle Chaetoceras-Zellen	6 400 000	28 000 000	386 000 000
Verhältnis ca.	1 :	4,4 :	60

Wir sehen also ein gewaltiges Übergewicht an Chaetoceras in den oberen Schichten. Ähnliche Resultate ergaben auch Apsteins Zusammenstellungen für Mai 1903 (2, p. 17 ff.), wo nach Apstein bei ziemlich gleichem Salzgehalt wie hier (33—35‰) der Einfluß des Lichtes besonders hervortritt.

Ganz anders gestalten sich dagegen die Verhältnisse im Kattegat und in der östlichen Ostsee, wo auch der in den verschiedenen Schichten stark wechselnde Salzgehalt mehr zur Geltung kommt als der Einfluß des Lichtes. Es fanden sich pro 1 cbm an:

										Millionen Chaetoceras-Zellen
Station 12 in			28—21 m		21—5 m		5—0 m			
			35		408		59			
Verhältnis			1	:	11,7	:	1,7			
Station 13 in	49—30 m		30—15 m		15—5 m		5—0 m			
	2		287		63		450			
Verhältnis	1	:	144	:	32	:	225			
Station 14 in	75—30 m		30—10 m		10—5 m		5—0 m			
	1,3		1200		570		230			
Verhältnis	1	:	920	:	440	:	177			
Station 15 in					13—5 m		5—0 m			
					37		420			
Verhältnis					1	:	11,4			

Digitized by Google

Die kleinsten finden sich jedesmal in den tiefsten Schichten, in denen das Licht nicht mehr die genügende Wirksamkeit hat. Dann aber steigen an den Stationen 12 und 14 die Zahlen nicht parallel der zunehmenden Lichtintensität, sondern von 21—5 m bezw. 30—10 m sind die größten Mengen vorhanden. Besonders auffallend ist dieser Unterschied an Station 12, wo in 5—0 m nur etwa $^1/_{4}$ der Menge in der 21—5 m-Schicht konstatiert wurde. Wir hatten vorher gesehen, daß ganz bestimmte Arten durch den Einfluß des gerade hier sehr schwachsalzigen Wassers (bis 8 m nur 10—18 ‰) in ihrer Produktion gehindert wurden. Die Abnahme an Chaetoceras in der 10—5- und 5—0 m-Schicht an Station 14 wird daher wohl in derselben Ursache ihren Grund haben. An Station 13 war die 15—5 m-Schicht auffallend dünn bevölkert, während in der 5—0 m-Schicht die überhaupt größte Anzahl an dieser Station angetroffen wurde; diese Zunahme erstreckt sich auf alle Arten, so daß hier wohl nicht der Einfluß des Salzgehalts vorherrschte, obgleich er sich in seiner Verteilung nicht wesentlich von dem an Station 14 unterschied.

In der Ostsee sind die Stationen 7 und 10 besonders interessant, da hier in der Tiefe, die das salzreiche Wasser enthielt, wiederum eine Zunahme der Chaetoceras zu konstatieren war. Es fanden sich pro 1 cbm an

									Chaetoceras-Zellen
Station 7 in		43—35 m		35—5 m		5—0 m			
		1 700 000		230 000		16 400 000			
Verhältnis		7,4	:	1	:	71			
Station 10 in	93—80 m	80—40 m		40—5 m		5—0 m			
	43 000	35 000		230 000		1 700 000			
Verhältnis	1,2	: 1	:	6,6	:	49			

An der Oberfläche überwogen die Zahlen jedoch ganz bedeutend.

Die übrigen Diatomeen-Arten verhielten sich im allgemeinen ganz ähnlich wie die Chaetoceras, wie die folgende Zusammenfassung zeigen mag:

Tabelle 5.

(Zusammengestellt aus Tabelle B.)

Anzahl der Zellen in den verschiedenen Tiefen pro 1 cbm Wasser.

Nr. der Station	Tiefe in m	Chaetoceras-Arten	Coscinodiscus-Arten und Coscinosira	Thalassiosira-Arten	Rhizosolenia-Arten	Biddulphia-Arten	Die „andern Diatomeen“
10	5—0	1 700 000	160	640 000	—	—	1 200 000
	40—5	230 000	—	172 000	—	—	7 800
	80—40	35 000	40	80 000	—	—	8 600
	93—80	43 000	×	59 000	—	—	12 300
7	5—0	16 400 000	320	2 700 000	—	—	7 360 000
	35—5	230 000	—	530 000	—	130	35 000
	43—35	1 700 000	2 000	1 700 000	—	—	552 000
12	5—0	59 000 000	640	1 000 000	1 700 000	64 000	63 000 000
	21—5	408 000 000	165 000	12 000 000	5 900 000	705 000	33 000 000
	28—21	35 000 000	65 000	1 400 000	800 000	200 000	1 700 000
13	5—0	450 000 000	9 000	8 300 000	15 000 000	660 000	570 000 000
	15—5	63 000 000	61 000	5 100 000	1 400 000	320 000	32 400 000
	30—15	287 000 000	1 200	3 700 000	2 100 000	510 000	12 500 000
	49—30	2 000 000	800	70 000	85 000	60 000	136 000
14	5—0	230 000 000	8 000	6 100 000	6 000 000	260 000	314 000 000
	10—5	570 000 000	10 000	26 200 000	16 000 000	1 700 000	280 000 000
	30—10	1 200 000 000	5 000	5 700 000	1 700 000	1 000 000	18 000 000
	75—30	1 300 000	7 000	34 000	45 000	30 000	600 000

Digitized by Google

Tabelle 5. (Fortsetzung.)

Nr. der Station	Tiefe in m	Chaetoceras-Arten	Coscinodiscus-Arten und Coscinosira	Thalassiosira-Arten	Rhizosolenia-Arten	Biddulphia-Arten	Die „andern Diatomeen"
15	5–0	420 000 000	21 000	6 600 000	27 000 000	67 000	130 000 000
	13–5	37 000 000	2 900	900 000	6 500 000	50 000	14 200 000
19	5–0	99 000 000	290 000	13 000 000	1 280 000	—	5 000 000
	75–5	5 500 000	20 300	570 000	120 000	?	560 000
	191–75	38 000	650	1 800	2 100	70	40 000
21	5–0	386 000 000	240 000	5 900 000	490 000	—	7 300 000
	30–5	28 000 000	61 000	490 000	25 000	—	390 000
	87–30	6 440 000	8 300	114 000	23 000	?	350 000

Bei den Biddulphien, Thalassiosiren und Rhizosolenien zeigte sich an Station 13 ebenfalls eine große Mengenentwicklung in der 5—0 m-Schicht, während an Station 12 und 14 übereinstimmend mit den Befunden für Chaetoceras dies niemals der Fall war. An Station 15, wo bei der geringen Tiefe eine einheitliche Wassersäule von 25—30‰ sich land, war infolge des am meisten zur Geltung kommenden Einflusses des Lichtes die 5—0 m-Schicht ausnahmslos am dichtesten bevölkert.

Von der Verteilung der bisher aufgeführten Gruppen wich die Verteilung der unter den „andern Diatomeen" zusammengefaßten Arten z. T. erheblich ab, da sie an den Kattegat-Stationen 12 und 14 auch in der 5—0 m-Schicht ganz bedeutend im Übergewicht waren. Die Zählabellen zeigen jedoch, daß dieses nur durch eine ungeheure Zunahme von *Sceletonema* nach der Oberfläche hin bedingt war; die anderen 23 Arten verhielten sich, natürlich unter den verschiedensten Schwankungen, die im einzelnen anzuführen hier nicht von Wert sein kann, ganz ähnlich wie die vorher angeführten Gruppen. An den Stationen 7 und 10, wo *Sceletonema* ebenfalls bei weitem vorherrschte, erhielten wir wiederum für die Summe der „anderen Diatomeen" dasselbe Bild der Tiefenverteilung wie für Chaetoceras.

Was die Tiefenverteilung der Diatomeen an den anderen Stationen betrifft, so ist als wesentlich hervorzuheben, daß die häufigeren Formen stets an der Oberfläche (5—0 m) in größerer Anzahl anzutreffen waren, als in den tieferen Schichten. Abweichungen von der Bevorzugung der Oberfläche finden sich hauptsächlich bei den zurzeit weniger häufigen Arten, bei denen sich zugleich eine Abhängigkeit vom stärker salzhaltigen Wasser, besonders in der Ostsee und im Kattegat, bemerkbar machte. Bei der folgenden Besprechung der Verbreitung der übrigen Diatomeenarten wird im einzelnen darauf hingewiesen werden, wenn aus den vorliegenden Fängen eine Abhängigkeit der Organismen von der Tiefe mit großer Wahrscheinlichkeit hervorgeht, ohne daß Beobachtungen aus anderen Jahreszeiten hinzugezogen werden müßten.

Die Coscinodiscen ergaben in faunlstischer Beziehung keine besonders guten Resultate, da die Artbestimmung während der Zählung vielfach zu schwierig ist. Mit Sicherheit ließ sich stets *Coscinodiscus concinnus* nachweisen, meistens wird auch die Bestimmung von *C. radiatus* und den unter *oculus iridis* zusammengefaßten, einander nahestehenden Arten richtig getroffen sein. *C. excentricus* war an der Schalenstruktur und an dem Vorhandensein von Randdornen wohl gut zu erkennen, es mußte des öfteren aber zweifelhaft bleiben, ob die Form nicht eher zu *Thalassiosira decipiens* gehörte, da auch durch einen zentralen Schleimfaden verbundene Zellen von derselben Größe und mit denselben Merkmalen hin und wieder gleichzeitig mit der typischen *Thalassiosira decipiens* auftraten (Stationen 19, 24, 25)[1]. Ihrer Zahl nach spielten die Coscinodiscen zurzeit keine große Rolle, da sie immer nur mit weit unter 40000 Zellen in 1 cbm sich fanden, bis auf Station 37, wo *Coscinodiscus excentricus* (?) die höchste Zahl von 370000 in 1 cbm in 5—0 m fand.

[1] van Breemen (5, p. 32) identifiziert *Coscinodiscus excentricus* Ehrbg. mit *Thalassiosira gelatinosa* Hensen, die nach Gran mit *Thalass. decipiens* synonym ist. Eine Entscheidung über die systematische Stellung dieser Arten kann ich nicht treffen, da ich eingehende Untersuchungen darüber nicht angestellt habe.

Digitized by Google

Wichtiger, d. h. an Zahl bedeutend überwiegend, waren die Thalassiosiren, von denen *Thalassiosira baltica* in der Ostsee und im Kattegat bis Station 15 vorkam und *Thalassiosira Nordenskjöldi* und *gravida* im Kattegat und in der Nordsee von Station 12 an an keiner Station fehlten. Im Kattegat hatte aber *Thalassiosira baltica* gegenüber der Ostsee bedeutend abgenommen, indem dort 1—1½ Millionen Zellen unter 1 qm einigen 10 Millionen hier gegenüberstanden. Am meisten fanden sich an Station 11 mit 82000000; hier muß die Vegetation sehr lebhaft gewesen sein, da auch 48000 in Auxosporenbildung begriffene Zellen konstatiert wurden.

Thalassiosira Nordenskjöldi überwog im Kattegat um das drei- bis zehnfache über *Thalassiosira gravida*, die hingegen in der Nordsee des öfteren häufiger als erstere war; es lassen sich aus dem wechselnden Verhältnis beider zueinander kaum Schlüsse ziehen, da nach Gran (4, p. 32) beide Arten sich faunistisch sehr nahestehen, *Th. gravida* allerdings in den letzten Jahren häufiger als *Th. Nordenskjöldi* auf der Hochsee getroffen wurde. Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet bieten die vorliegenden Zahlen keine eindeutige Bestätigung; an Station 24, wo, wie wir vorher bei Besprechung der hydrographischen Verhältnisse sahen, Küstencharakter vorherrschte, fanden sich *Th. gravida* und *Nordenskjöldi* mit 136 bezw. 32 Millionen, an Station 23 dagegen, die wir eher dem Gebiet der freien See zurechnen müssen, war *Th. gravida* nur mit 24000, *Th. Nordenskjöldi* aber mit 1600000 Zellen unter 1 qm vertreten. Andrerseits scheinen die Verhältnisse an der Küstenstation 28 und der küstenfernen Station 32 in der mittleren Nordsee in Grans Sinne gedeutet werden zu können: Station 28, *Th. gravida* 4800000 unter 1 qm, *Th. Nordenskjöldi* 187 Millionen; Station 32, *Th. gravida* 336000, *Th. Nordenskjöldi* 60000. Wesentlich ist, daß beide Formen einen recht beträchtlichen Teil des pflanzlichen Planktons ausmachten. Über die Tiefenverteilung ist nichts Besonderes hervorzuheben.

Soweit das Kattegat in Frage kommt, erreichten die Rhizosolenien mit den Arten *faeroeensis, semispina* und *setigera* ungefähr dieselben Zahlen wie die Thalassiosiren. *Rh. semispina* wurde an fast allen Stationen im weiteren Verlaufe der Fahrt angetroffen, während *Rh. faeroeensis* nur bis Station 23 sich verfolgen ließ; *Rh. setigera* war ganz und gar auf das Kattegat beschränkt, trat aber auch hier mit nur 20—500000 Zellen unter 1 qm gegenüber den 100 Millionen und mehr Zellen von *Rh. semispina* nicht bedeutend hervor. Vielleicht war die Hauptwuchsrungszeit für *Rh. setigera* bereits beendet, da bei weitem die Mehrzahl der Zellen, wenn ich richtig geschätzt habe, Dauersporen gebildet hatten; leider wurde ich erst zu spät auf diesen Zustand aufmerksam, so daß hierfür keine Zahlen vorliegen. In der Nordsee kommen noch zwei ziemlich zahlreiche Arten hinzu: *Rh. alata* und *styliformis*. Daß *Rh. styliformis* nur an den Stationen 24, 26 und 28 häufiger war als *Rh. semispina*, deutet vielleicht auf den von Gran (4, p. 33) näher begründeten ozeanischen Charakter dieser Form hin. *Rh. alata* fand sich im Kattegat nur an Station 13 und *Rh. styliformis* an 14 und 15, aber in so geringer Menge, daß eine Zahlenangabe nicht möglich war; ebenso kam *Rh. alata* in der Ostsee nur an Station 2 mit 90 Zellen in 1 cbm in der unteren Schicht von 31—5 m vor; es war dies überhaupt der einzige Rhizosolenien-Befund aus der Ostsee. Der Vollständigkeit halber sei noch das Vorkommen von *Rhizosolenia Shrubsolei* (Stationen 21 und 23), *Stolterfothi* (Station 30) und *fragillima* (Stationen 12 und 19) erwähnt. Auch für diese Gruppe stimmt die Tiefenverteilung mit der für Chaetoceras konstatierten in den Grundzügen überein (s. Tabelle 5).

Die Biddulphien lieferten zurzeit im allgemeinen nur außerordentlich geringe Zahlen; nur an der Küstenstation 37 und den Stationen des Kattegats traten sie mit einigen Millionen Zellen unter 1 qm mehr hervor (Station 37: 370 Millionen; Station 12: 13 Millionen; Station 13: 13 Millionen; Station 14: 31 Millionen). Diese Zahlen wurden ausschließlich durch *Biddulphia aurita* bedingt. An Station 37 war *B. aurita* neben *Asterionella japonica* (4800 Millionen Zellen unter 1 qm) sogar die häufigste Diatomee. Größere Verbreitung hatten auch noch *Biddulphia mobiliensis* und *sinensis*, die in den 29 untersuchten Fängen 20 bezw. 16 mal vorkamen, und zwar in Ostsee, Kattegat und Nordsee mit einem Maximum von 3800000 unter 1 qm an Station 37 für *B. mobiliensis* und einem von 32000 unter 1 qm an Station 28 für *B. sinensis*. Eigenartig war die Biddulphia-Vegetation an Station 2 in der westlichen Ostsee; hier waren sämtliche überhaupt gefundenen Arten (7 Stück) mit einigen Tausend unter 1 qm vertreten, und zwar in den unteren Schichten häufiger, bis auf *B. aurita* und *rhombus f. trigona;* bis Station 7 waren, und zwar in der Tiefe häufiger (5—0 m gar nicht), auch noch *B. aurita, mobiliensis* und *sinensis* anzutreffen;

Digitized by Google

weiter östlich aber (Stationen 10 und 11) fehlten Biddulphien ganz und gar. Es scheint eine gewisse Abhängigkeit von dem aus dem Kattegat kommenden salzreicheren Tiefenstrom sich hierdurch anzuzeigen. Es sind übrigens fast an allen Stationen die Biddulphien in den unteren Schichten häufiger, ein Umstand, der vielleicht damit zusammenhängt, daß augenblicklich keine starke Vegetationsperiode vorlag. Als Ausnahme war ja bereits das massenhafte Vorkommen von *B. aurita* an Station 37 gekennzeichnet, wo gleichzeitig die 5—0 m-Schicht wiederum am reichsten war.

Die „anderen Diatomeen". Die bisher behandelten Diatomeen hatten darin etwas Gemeinsames, daß mehrere Arten derselben Gattung angehörten. Doch bedingte diese systematische Zusammengehörigkeit nicht eine gleichartige Verteilung in jeder Gruppe, da verschiedene Arten für ganz bestimmte Gebiete charakteristisch waren. Die so angeordnete Besprechung richtete sich also nach rein äußerlichen Gesichtspunkten, so daß die Zusammenfassung der „anderen Diatomeen" zu einer Gruppe der Übersicht halber wohl angebracht und gerechtfertigt erscheint. Wir werden daher auch in der Verteilung der „anderen Diatomeen", die durch je eine, höchstens zwei Spezies vertreten waren, ganz ähnliche Erscheinungen finden, wie bei den einzelnen Vertretern der vorher angeführten Gattungen.

Nur acht der 24 Arten finden wir in der Ostsee, von denen die in den tieferen Schichten häufigeren in der Nordsee mehr heimisch sind, wie *Actinoptychus undulatus, Beilerochea malleus, Cerataulus turgidus* und Melosireen-Ketten *(Melosira Borreri* und *Paralia sulcata).* In verschiedenen Schwankungen, deren Einzelheiten hier nicht interessieren, ließen sie sich z. T. *(Bellerochea malleus)* bis in die Tiefe von Station 10 verfolgen. Während der vorliegenden Fahrt wurden diese Organismen fast nur in der Ostsee und in ganz vereinzelten Fällen auch im Kattegat angetroffen. Eine Ausnahme davon machten *Actinoptychus undulatus* und *Paralia sulcata,* die sich auch an den meisten Nordsee-Stationen fanden.

Besondere Beachtung verdienen noch einige Arten, die durch ihr massenhaftes Auftreten den Charakter des Fanges ausschließlich oder neben den andern vorher genannten Formen bestimmten. Vor allem trat *Sceletonema costatum* hervor, das an allen Stationen nur wenig hinter den häufigsten Arten an Zahl zurückblieb. Die größten Mengen fanden sich, in Übereinstimmung mit der auch für die andern Gruppen konstatierten üppigen Diatomeenwucherung, im Kattegat, wo an Stationen 13 und 14 mit ca. 3000 Millionen Zellen unter 1 qm Oberfläche etwa dieselbe Höhe erreicht wurde, wie von *Chaetoceras sociale.* In der Ostsee kam *Sceletonema* im östlichen Teile zwar in geringerer Anzahl vor als im westlichen (Station 10: 6700000; Station 11: 11 Millionen unter 1 qm; Station 7: 42 Millionen; Station 5: 180 Millionen; Station 2: 23 Millionen unter 1 qm), gab aber neben den andern Arten dem Fange immerhin noch ein charakteristisches Gepräge. Auch in der Nordsee waren die Zahlen relativ hoch und paßten sich in ihren Schwankungen ungefähr den vorher allgemein konstatierten Diatomeen-Verhältnissen an. Es ist die einzige von den „andern Diatomeen", die eine große, über das ganze Gebiet ausgedehnte Bedeutung gewann.

Für das Kattegat sind ihrem Vorkommen nach noch erwähnenswert die Arten *Thalassiothrix nitzschoides, Nitzschia seriata, Navicula* sp. sp., *Leptocylindrus danicus, Lauderia borealis* und *Cerataulina Bergoni;* für die Nordsee kommen hinzu die Arten *Coscinosira polychorda* (Stationen 21, 23, 24, 28), *Asterionella japonica* (Stationen 21, 24, 37) und *Eucampia zodiacus* (Station 32).

In der deutschen Bucht (Station 36—38) war *Asterionella* sogar die häufigste Diatomee, indem an Station 37 4500 Millionen Zellen unter 1 qm den Zahlen von 83 Millionen für alle Chaetoceras und von 740 Millionen für alle Biddulphien gegenüberstanden. Eine ähnlich hervorragende Stellung nahm keine von den „anderen Diatomeen" ein. Dagegen wurden noch für einige Arten im Verhältnis zu ihrem sonstigen Vorkommen während dieser Fahrt und zu der Häufigkeit der in demselben Fange vorhandenen, schon oben besprochenen Diatomeen noch recht bedeutende Maxima angetroffen: so an Station 24 unter 1 qm für *Lauderia borealis* 8 Millionen, *Nitzschia seriata* 104 Millionen, *Coscinosira polychorda* 11 Millionen; an Station 32 für *Eucampia* 1200000 (neben *Rhizosolenia semispina* [1120000 unter 1 qm] hier die häufigste Art).

Das Charakteristischste der Diatomeenvegetation zur Zeit der vorliegenden Fahrt läßt sich dahin zusammenfassen: In der Ostsee war die Frühjahrsvegetationsperiode bald mehr bald weniger vorgeschritten; die Zahl der Arten ist im Verhältnis zu den andern Gebieten sehr gering, weicht jedoch nicht von den sonst für die Ostsee bekannten Verhältnissen erheblich ab.

Digitized by Google

Im Kattegat treffen wir den Höhepunkt der Wucherung, an der sich ein großer Teil der Arten, besonders Chaetoceras, gleichzeitig beteiligte. Das Diatomeenplankton setzte sich hier aus fast allen überhaupt gefundenen Arten zusammen. Den Zahlen nach überwogen die Diatomeenzellen insgesamt etwa um das 36fache dem für die Ostsee festgestellten Mittelwerte gegenüber (s. Tabelle 3).

Die Nordsee stellt ein weniger einheitliches Gebiet dar, so daß die verhältnismäßig weit auseinanderliegenden Stationen kein fortlaufendes Bild der Verhältnisse, sondern meist nur einzelne Stichproben mit mannigfach schwankenden Zahlen ergaben, die einem ebenso schwankenden Vegetationsgrade entsprechen. Als gemeinsames Charakteristikum trat aber hervor, daß an den Küstenstationen (z. B. Station 19, 21, 28, 37) oder solchen, wo hydrographisch der Küsteneinfluß sich bemerkbar machte (z. B. Station 24), die Diatomeenwucherung weiter vorgeschritten war, als an den Stationen der freien See (z. B. Station 23, 32). Es kamen in der Nordsee einige ozeanische Arten hinzu, andererseits traten einige Arten, die im Kattegat häufig waren, mehr zurück oder fehlten ganz. Im Durchschnitt war die Kattegatvegetation etwa nur um das $3\frac{1}{2}$fache reicher als die der Nordsee.

Die Verbreitung der Arten findet sich in den folgenden Tabellen dargestellt, die bei ihrer Beschränkung auf einen kleineren Raum übersichtlicher sind als die Gesamttabellen mit den Zahlenangaben und so deren Benutzung und das Verständnis der vorher im einzelnen dargelegten Verbreitung erleichtern.

Tabelle 6.

(Zusammengestellt aus Tabelle B.)

Verbreitung der Diatomeen.

× = Zahlenangabe in Tabelle B vorhanden. — unter dem Zeichen = häufiger in den tiefsten Schichten.
= " " " " nicht vorhanden. " " " = " " mittleren "
O = vorhanden in einem durchgesehenen, nicht gezählten Fang. " " " O Ostsee, K = Kattegat, N = Nordsee.

Station	Ostsee					Kattegat					Nordsee																											Häufig keit der Vorkommens	im Gebiet	
	11	10	7	5	2	12	13	14	15	17	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38												
A.																																									
1. ***Chaetoceras atlanticum***										×	.	×	⊙	×	×	O	O		O	×		×																11		N	6 O K N
2. ***borealе***					×	×	×	×		O	×	×	O	×	×	O	O		O	.	O		O	×	O	O	O	×	×	O									25		O K N	10 K N
3. ***brevе***				/	×	×	×	×		O	×		×				O																						10		O K N	4 O K
4. ***constrictum***					×	×	×	×		O	×	×	×	O	×	×	O	O	.	O	×																		16		K N	1 K
5. ***contortum***					×	×	×	×		O	×		×	O	×		O	O	.	O		O		O		O			×	O									21		K N	2 N
6. ***eriophilum***											×																													2		K N	1 O N
7. ***curvisetum***																×		O	.	O	.																		9		K N	
8. ***danicum***		×	×	×			×	×																															8		O K	
9. ***debile***				×	×	×	×	×		O	×	×	×	O	×	×	O	O	.	O	×	O	×	O	O	O	×	×	O									27		O K N	
10. ***decipiens***					×	×	×	×		O	×	×	×	O	×	×	O	×	.	O	×	O	×	O	×	O	O	×	×	O									26		O K N	
11. ***densum***						×	×	×		O	×		×			×	O	O	.	O																			14		K N	
12. ***diadema***						×	×	×		O	×	×	×	O	×	×	O		.	O																			22		O K N	
13. ***didymum***																																							2		O N	
14. ***holsaticum***		×	×	×		×	×	×																															7		O K	
15. ***laciniosum***						×	×	×		O	×		×	O	×	×		O	.	O	×	O	×																18		O K N	
16. ***pseudodenticulum***						×	×	×																															4		K	
17. ***scolopendra***						×	×	×			×		×	O	×	×	O	O		O		O	×					×	×										17		K N	
18. ***Schütti***												×	O	×	×	O	O		O	×																			10		K N	
19. ***simile***							×	×	×		×		×		×					O																			10		K N	
20. ***sociale***							×	×	×		×		×							O																			10		K N	
21. ***subtile***							×	×	×																															7		O K	
22. ***Wighami***		×	×	×	×		×	×																															8		O K	
23. ***Willei***																	⊙											×											10		K N	
24. ***teres***						×	×	×	×	O	×		×	O	×			O	.	O					O	O			×	×									17		K N	
25.	sp.	sp.																																							

Digitized by Google

Tabelle 6. (Fortsetzung.)

Station	Ostsee 11	10	7	5	2	Kattegat 12	13	14	15	Nordsee 17	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	Häufigkeit des Vorkommens	im Gebiet	
B. Die „anderen Diatomeen".																																
1. *Actinoptychus undulatus*																														17	O K N	
2. *Asterionella japonica*																														15	N	6 O K N
3. *Bacillaria paradoxa*																														5	K N	8 K N
4. *Bellerochea malleus*																														2	O	2 O K
5. *Campylodicus* sp.																														4	O K	6 N
6. *Cerataulus turgidus*																														2	O K	2 O
7. *Cerataulina Bergoni*																														11	K N	
8. *Ditylium Brightwelli*																														17	K N	
9. *Eucampia zodiacus*																														6	N	
10. *Guinardia flaccida*																														11	K N	
11. *Hyalodiscus stelliger*																														4	K N	
12. *Lauderia borealis*																														17	K N	
13. „ *glacialis*																														6	N	
14. *Leptocylindrus danicus*																														8	K N	
15. *Rhizosolenia* sp. sp.																														14	O K N	
16. *Navicula* sp. sp.																														14	O K N	
17. *Nitzschia seriata*																														16	K N	
18. *Pleurosigma* sp.																														8	O K N	
19. *Sceletonema costatum*																														24	O K N	
20. *Streptotheca tamensis*																														1	N	
21. *Thalassiothrix nitzschioides*																														23	O K N	
22. „ *longissima*																														12	N	
23. *Surirella* sp.																														2	O	
24. *Coscinosira polychorda*																														17	N	
C. *Bidduiphia*																																
1. *aurita*																														19	O K N	5 O K N
2. *fatua*																														3	O N	1 O N
3. *granulata*																														4	O K N	1 O
4. *mobiliensis*																														20	O K N	
5. *rhombus f. typica*																														4	O K N	
6. „ *f. trigona*																														2	O	
7. *sinensis*																														16	O K N	
D. *Coscinodiscus*																																
1 *concinnus*																														25	O K N	4 O K N
2. *excentricus* (?)																														10	N	1 N
3. *oculus iridis*																														26	O K N	
4. *radiatus*																														26	O K N	
5. sp. sp.																														5	O K N	

Digitized by Google

Tabelle 6. (Fortsetzung.)

Station	Ostsee 11	10	7	5	2	Kattegat 12	13	14	15	Nordsee 17	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	Häufigkeit der Vorkommen	im Gebiet		
E. *Rhizosolenia*																																	
1. *alata*					×					×				O	O	×	✓	O	O	×	O	✓		×			O	O		16	O K N	1	O K N
2. *faeroensis*						✓	×	×	✓	O	×		✓		×															8	K N	4	K N
3. *fragillima*																														2	K N	1	K
4. *semispina*						×	✓	✓	✓	O	×	✓	×	O		O	O	✓	O	×	O	✓					O	O	✓	21	K N	2	N
5. *setigera*						×		×	×																					3	K		
6. *Shrubsolei*											×		✓																	2	N		
7. *Stolterfothi*																						✓								1	N		
8. *styliformis*								×				×	×	O	×	×	O	O	×	O	✓		×				O			16	K N		
F. *Thalassiosira*																																	
1. *baltica*	×	×	×	×	•	✓	×	×	×																					9	O K	1	O K
2. *gravida*					•	×	×	×	×	O	×	✓	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×	O	O	O	O	×	×	O	24	K N	2	K N
3. *Nordenskjöldi*						×	×	×	×	O	×		✓	O	×	×	O	O	×	O		✓	O	×	O	O	O	×	×	O	24	K N	1	N
4. *decipiens*										×							O	×												4	N		

Die Peridineen.

Im Gegensatz zu den Diatomeen zeigten die Peridineen ihre größte Entwicklung in der Nordsee, während die Zahlen im Kattegat und in der Ostsee immer kleiner wurden (s. Tabelle 7).

Tabelle 7.
(Zusammengestellt aus Tabelle A.)

Nr. der Station	Berechnet auf 1 qm Oberfläche: Sämtliche Ceratien	Peridinien	und andere Peridineen
11	—	58 000	—
10	43 000	63 000	—
7	96 000	640	—
5	30 000	×	×
2	690 000	×	×
12	1 308 000	124 000	90 000
13	1 008 000	636 000	306 000
14	1 832 000	866 000	268 000
15	580 000	349 000	55 000
19	3 600 000	1 440 000	300 000
21	2 300 000	1 254 000	402 000
23	374 000	122 000	4 000
24	6 000 000	1 832 000	332 000
28	3 400 000	5 440 000	800 000
32	2 720 000	246 000	100 000

Nach den bisherigen Feststellungen über das jahreszeitliche Vorkommen der Peridineen wissen wir, daß ihre Hauptwachstumszeit in den Spätsommer bis Herbst fällt; so finden sich nach Apsteins Tabellen für 1903 an Stat. D O 2 im November 70 Millionen unter 1 qm gegenüber 2 Millionen an derselben Station im Februar. Dementsprechend traten während der vorliegenden Fahrt die Zahlen für die Peridineen im allgemeinen bei weitem hinter den bisher bekannten Maximalwerten und gleichzeitig auch hinter denen der Diatomeen zurück.

Digitized by Google

Den Hauptanteil lieferten mit einigen interessanten Ausnahmen (s. unten) die Ceratien. In der Ostsee ließen sich alle Arten dieser Gattung bis auf *C. bucephalum* und *lineatum* bis Station 10 nach Osten verfolgen, zeigten aber durch ihre größere Häufigkeit in den tieferen Schichten und durch die Abnahme der Zahlen von den westlichen nach den östlichen Stationen ihre Abhängigkeit von dem stärker salzhaltigen Wasser an, außerdem auch dadurch, daß besonders an Station 7 und 10 sich viele abgestorbene Ceratien-Zellen in dem Material fanden. An Station 11 fehlten die Ceratien ganz. Vorherrschend war an allen Stationen *Ceratium tripos (f. baltica)*. Die Zahlen der anderen Arten wechselten in ihrem Verhältnis zueinander, ohne einen Zusammenhang mit den gleichzeitigen hydrographischen Schwankungen erkennen zu lassen. Wesentlich ist, daß eben die Gesamtzahlen nach Osten abnahmen.

Dagegen werden die Peridineen nach Osten zu für bestimmte Arten häufiger. Die an Station 2 und 7 in vereinzelten Exemplaren angetroffenen Arten *P. depressum, ovatum* und *pellucidum* kamen zwar an Station 10 und 11 nicht mehr vor, dafür aber fanden sich an diesen Stationen das vorher nicht vorhandene *Peridinium catenatum* und eine kleine Peridinium-Art, deren Bestimmung mir nicht möglich war, die beide zusammen mit ihren 63000 (Stat. 10) bezw. 38000 (Stat. 11) Zellen unter 1 qm die Zahlen der Ceratien (43000 an Stat. 9; 0 an Stat. 11) noch übertrafen. Daß sie außerdem noch in der 5—0 m-Schicht am häufigsten waren, scheint darauf hinzudeuten, daß ihnen das schwachsalzige Wasser der östlichen Ostsee bessere Lebensbedingungen bietet.

Sonst fand sich an Peridineen in der Ostsee nur noch *Dinophysis acuta* an Station 2 und 5 mit einigen wenigen Zellen.

Im Kattegat und in der Nordsee sind die Verhältnisse viel schwieriger zu übersehen. Nach Tabelle 3 (S. 46 [18]) ergab sich aus den Durchschnittszahlen folgende Steigerung für die Ceratien: Ostsee 170-, Kattegat 1200-, Nordsee 3100 Tausend durchschnittlich unter 1 qm. An diesem Anwachsen sind aber nicht dieselben Arten in gleichem Verhältnis beteiligt; vielmehr wechseln die Hauptbestandteile in etwa folgender Weise:

Mittelwerte aus den Zahlen unter 1 qm für die Stationen

	I 2, 5, 7, 10, 11 in der Ostsee	II 12, 13, 14, 15 im Kattegat	III 19, 21, 23, 24, 28, 32 in der Nordsee
für *Ceratium longipes* . .	24 200	885 000	561 000
„ „ *tripos*	91 000	276 000	810 000
„ „ *macroceros* . .	6 000	6 800	139 000
„ „ *fusus*	34 000	12 100	654 000
„ „ *furca*	15 000	1 800	792 000
„ „ *bucephalum* . .	600	–	24 900
„ „ *lineatum* . .	–	–	88 000

Nur *C. fusus* und *furca* hatten in der Ostsee ein kleines Übergewicht gegenüber den Zahlen im Kattegat; die übrigen Arten waren im Kattegat häufiger. Für *C. tripos* sind die Werte allerdings nicht unmittelbar vergleichbar, da die typische Form und *f. baltica* zusammen gezählt wurden — es fehlte mir noch an genügender Übung, um beide mit Sicherheit auseinander zu halten —. Offenbar waren auch im Kattegat von *f. baltica* Exemplare vorhanden gewesen, doch kann man wohl den erheblichen Unterschied zwischen der Menge des Kattegats und der Ostsee auf Rechnung der *f. typica* setzen.

Im Kattegat war nur *Ceratium longipes* häufiger als in der Nordsee, die anderen Arten hatten in der Nordsee ihr Maximum. Besonders auffallend ist dieser Unterschied für *Ceratium fusus* und *furca*, die in der Nordsee die größten Zahlen lieferten, während sie im Kattegat neben *C. bucephalum* und *lineatum* erst an letzter Stelle standen.

Den größten Reichtum an Ceratien wies Station 24 auf, wo insgesamt 600000 Zellen unter 1 qm sich fanden, die zur Hauptsache aus *C. furca, fusus* und *tripos* gebildet waren. Den kleinsten Wert lieferte

Digitized by Google

Station 23 mit 374000 Zellen unter 1 qm, soweit das Kattegat und die Nordsee in Betracht kommen; hier überwog aber nur *C. tripos* mit 137000 recht beträchtlich den anderen Arten gegenüber. Der Unterschied zwischen diesen beiden verhältnismäßig nahe beieinander liegenden Stationen ist sehr bemerkenswert. Die oben gekennzeichneten Abweichungen in den hydrographischen Verhältnissen schienen in diesem Falle mit dem wechselnden Diatomeenreichtum Hand in Hand zu gehen; ob dies auch für die Ceratien zutrifft, kann ich nicht entscheiden.

Im Gegensatz zu der Verbreitung der Diatomeen ist für die der Ceratien charakteristisch, daß nahezu alle Arten (außer *C. bucephalum* und *lineatum)* an fast allen Stationen vorkommen, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Tabelle 8.

(Zusammengestellt aus Tabelle B.)

Verbreitung der Ceratien.

× = Zahlenangabe in Tabelle B vorhanden. unter dem Zeichen = häufiger in den tiefsten Schichten.
. = „ „ „ „ nicht vorhanden. „ „ „ = „ „ „ mittleren „
O = vorhanden in einem durchgesehenen, nicht gezählten Fang O = Ostsee, K = Kattegat, N = Nordsee.

Station	Ostsee 1	10	7	5	2	Kattegat 12	13	14	15	Nordsee 17	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	Häufigkeit des Vorkommens	im Gebiet	
Ceratium																																
1. *bucephalum*			×		×				.	O	×	×	×		×	×	O	O		O		×								14	O K N	6 O K N
2. *furca*			×	×	×	×	×	×		O	×	×	×	O	×	×	O	×	×	O	×	×	O	×	×	O	O	O	×	×	26	O K N	1 K N
3. *fusus*			×	×	×	×	.	×		×	×	×	O	×	×	O	×	×	O	×	×	O	×	O	×	O	O	O	×	×	27	O K N	
4. *lineatum*												.	×	O		×	O	O	×		×			×							13	K N	
5. *longipes*			×	×	×	×	×	×		O	×	×	×	O	×	×	O	×	×	O	×	×	O	×	×	O	O	O	×	×	28	O K N	
6. *macroceras*			×	×	×	×	×	×			×	×	×	O	×	×	O	×	×	O	×	×	O	×	×	O	O	O	×	×	27	O K N	
7. *tripos*			×	×	×	×	×	×			×	×	×	O	×	×	O	×	×	O	×	×	O	×	×	O	O	O	×	×	27	O K N	

Um so schwieriger ist es daher auch die mannigfachen Schwankungen in den Zahlen im einzelnen nach ihrem biogeographischen Werte zu beurteilen. Dazu ist vor allem ein Vergleich mit den jahreszeitlichen Schwankungen nötig, der aber für diese Gruppe in der vorliegenden Abhandlung nicht genauer berücksichtigt werden soll.

Die Übersicht in Tabelle 7 (S. 57 [29]) zeigte, daß die Ceratien im allgemeinen häufiger waren als die Peridinium-Arten und die anderen Peridineen. Dabei laufen aber die Schwankungen der Gesamtzahlen im großen und ganzen mit denen der Ceratien parallel. Die Ausnahme in der Ostsee war oben bereits hervorgehoben. Im Kattegat trat dieser Fall nicht ein, dagegen scheint in der Nordsee durch den Küsteneinfluß ein Überwiegen der Peridinien bewirkt zu werden. So finden wir an Station 28 5400000 Peridinien neben 3400000 Ceratien, hervorgerufen besonders durch *Peridinium ovatum* (1000000 unter 1 qm), *P. conicum* (600000 unter 1 qm) und einige nicht bestimmte Spezies (3000000 unter 1 qm). Ebenso nahmen mit Annäherung an die Küste der deutschen Bucht die Peridinien zu, während gleichzeitig die Ceratien abnahmen, wie die folgenden Zahlen der 5—0 m-Schicht — es waren nicht alle Stufenfänge auf Peridinien hin durchgezählt worden — zeigen:

Es fanden sich in 5—0 m in 1 cbm an Station 32 36 37

an Ceratien 340000 50000 6000 } Zellen.

an Peridinien 27000 84000 67000 }

Auch hier hatten den größten Einfluß einerseits *Peridinium ovatum* (Stat. 32, 5—0 m: 4800, Stat. 36, 5—0 m: 12000 pro 1 cbm), andererseits einige nicht bestimmte Spezies, die offenbar spezifische Küstenformen sein müssen (Stat. 32, 5—0 m: 6400; Stat. 36, 5—0 m: 61000; Stat. 37, 5—0 m: 67000). Daß hier nur die Beobachtungen von den oberen Schichten zum Beleg herangezogen werden konnten, beeinträchtigt den Wert dieser Feststellungen wahrscheinlich nicht, da die Zahlen für die Stationen, wo

Digitized by Google

eine vollständige Serie von Stufenfängen gezählt ist (z. B. 19, 21, 23, 32), deutlich ein Übergewicht der 5—0 m-Schicht gegenüber den darauffolgenden zeigt, so daß die Angaben aus der 5—0 m-Schicht nicht wesentlich durch die kleineren Zahlen der unteren Schichten geändert werden können.

Im übrigen hatte die Tiefenverteilung große Ähnlichkeit mit der der Diatomeen, soweit die Nordsee und das Kattegat in Betracht kommen. Es seien nur die Zahlen der Ceratien angeführt für dieselben Stationen wie oben für die Diatomeen:

Tabelle 9.

(Zusammengestellt aus Tabelle B.)

Anzahl aller Ceratien in den verschiedenen Tiefen pro 1 cbm.

Station 12.	Station 13.	Station 14.
5—0 m: 9300	5—0 m: 53000	5—0 m: 83000
21—5 „ : 70000	15—5 „ : 29000	10—5 „ : 32000
28—21 „ : 22000	30—15 „ : 29000	30—10 „ : 57000
	49—30 „ : 1100	75—30 „ : 2800
Station 15.	**Station 19.**	**Station 21.**
5—0 m: 87000	5—0 m: 61000	5—0 m: 240000
13—5 „ : 30000	75—5 „ : 50000	30—5 „ : 32000
	191—75 „ : 400	87—30 „ : 5500

Wesentlich ist die Übereinstimmung in dem größeren Reichtum der oberen Schichten an den Stationen 19, 21, 15 und 13, die durchaus mit den Verhältnissen der Diatomeen an denselben Stationen parallel geht. Ebenso ist an Station 12 auch ein Zurücktreten der Ceratien in der 5—0 m-Schicht gegenüber den tieferen zu konstatieren, wie vorher für diejenigen Diatomeen-Arten, die vom Salzgehalt abhängig sind. (An Station 14 sind die Ceratien im Gegensatz zu den Diatomeen in der 5—0 m-Schicht häufiger.) Daß auch für die Ceratien diese Abhängigkeit vom salzstarken Wasser hierdurch angedeutet wird, wird durch die Tiefenverteilung in der Ostsee ebenfalls wahrscheinlich gemacht. Ein Auszug aus der Gesamttabelle mag die schon oben kurz angeführten Verhältnisse veranschaulichen. Es fanden sich an

Station 7	Station 10	
in 5—0 m: 1000	in 5—0 m: 640	Ceratien pro 1 cbm.
„ 35—5 „ : 2300	„ 40—5 „ : 230	
„ 43—35 „ : 2500	„ 80—40 „ : 210	
	„ 93—80 „ : 1800	

Hier gilt aber für die Peridinien nicht dasselbe, da hier solche Formen *(P. catenatum* und eine für die östliche Ostsee charakteristische kleine Spezies) den Ausschlag gaben, die offenbar in schwachsalzigem Wasser besser gedeihen und dementsprechend auch nicht im Kattegat oder in der Nordsee gefunden wurden. Es ergaben sich folgende Zahlen an denselben Stationen:

Station 7	Station 10	
in 5—0 m: 130	in 5—0 m: 3400	Peridinien pro 1 cbm.
„ 35—5 „ : 4	„ 40—5 „ : 390	
„ 43—35 „ : —	„ 80—40 „ : 600	
	„ 93—80 „ : —	

Auf die Verbreitung der Peridinium- und anderer Peridineen-Arten, die der Vollständigkeit halber wie für die andern Gruppen tabellarisch (Tabelle 10) zusammengestellt sind, kann ich im einzelnen nicht weiter eingehen.

Digitized by Google

Tabelle 10.

(Zusammengestellt aus Tabelle B.)

Verbreitung der Peridinium-Arten und der andern Peridineen.

× = Zahlenangabe in Tabelle B vorhanden. — unter dem Zeichen = häufiger in den tiefsten Schichten.
. = " " " " nicht vorhanden. " " " = " " " mittleren "
O = vorhanden in einem durchgesehenen, nicht gezählten Fang. O = Ostsee, K = Kattegat, N = Nordsee.

	Station	Ostsee 11	10	7	5	2	Kattegat 12	13	14	15	Nordsee 17	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	Häufigkeit des Vorkommens	Im Gebiet	
	Peridinium																																
1.	*catenatum*	.	.	×																											3	O	4 OKN
2.	*conicum*							×	×			×	×	.	O	×		O		×	O	×	O	×	.						14	KN	4 KN
3.	*depressum*			.		.	×	×	×	.	O	×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×				×	.		22	OKN	1 O
4.	" v. *oceanica*							.							O																3	KN	1 K
5.	*divergens*						×	×	×	.		×	×	×	O	×	×	O		×	O		O	×							15	KN	1 N
6	*globulus*											×								.		×									3	N	
7.	*ovatum*			.			×	×	×	×		.	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×	O	×		O	O	×		O	22	OKN	
8.	*pellucidum*					.	×	×	×	×	O	.	.	×	O	×	×	O	O	×	O		O								17	OKN	
9.	*pentagonum*								×			×	×	×			×	O		.	O										10	KN	
10.	*Steini*																														1	K	
11.	sp. sp.	.	.				×		×	×	O	×	×	×	O	×	×	O	O	×	O	×		×	O	O	O	×	×	O	25	OKN	
1.	*Dinophysis acuminata*						×		.	×		×	O	×	O	×				×	O	×	O	.				×			15	KN	
2.	" *acuta*					.	×	×	×	×	O	×	×	×	O	.	×			×	O	×	O	×			O	×			20	OKN	1 OKN
3	" *norvegica*												×	×							O		O				O	×		O	8	N	2 KN
4.	" *rotundata*							×	.			.	⊙	×			×			×	O	×		×	O						11	KN	2 K
5.	*Goniaulax* sp.											×	.	×	O		×			×	O	×		×	O			×			11	N	2 N
6.	*Prorocentron micans*						.																								2	K	
7.	*Pyrophacus horologium*								–																						1	K	

Hervorzuheben ist vielleicht noch, daß das Vorkommen der häufigsten Arten gegenüber dem der Ceratien in der Ostsee merklich eingeschränkt war, während im Kattegat und in der Nordsee (bis auf die Küstenstationen 33—38) folgende Arten ziemlich regelmäßig anzutreffen waren:

Peridinium conicum, depressum, divergens, ovatum (auch an der Küste und zwar zahlreicher), *pellucidum; Dinophysis acuminata* und *acuta*.

Bisher sind die wichtigsten pflanzlichen Organismen ihrer Verbreitung und ihrer Bedeutung für die Zusammensetzung des Fanges nach hervorgehoben worden. Für die östliche Ostsee wäre noch das Auftreten von *Aphanizomenon flos aquae* und *Nodularia spumigena* ergänzend anzuführen, die immerhin neben den Diatomeen einen bemerkenswerten Bestandteil des Planktons bildeten, aber bei weitem noch nicht die Entwicklung erfahren hatten, wie sie im Spätsommer einzutreten pflegt.

Protozoen.

Die Menge der einzelligen Tiere war zurzeit im allgemeinen recht gering, nur einzelne Arten und bestimmte Stationen traten etwas mehr hervor. Nebenstehende Übersicht über die Summe der Gesamtzahlen der Protozoen zeigt nur verhältnismäßig geringe Schwankungen. Der größte Reichtum in der Ostsee von 1 408 000 unter 1 qm an Stat. 5 und 742 000 an Stat. 2 wurde vor allem durch *Tintinnopsis ventricosa* bedingt, die aber nach Osten hin beträchtlich abnahm (Stat. 5: 1 384 000, Stat. 7: 288 000, Stat. 11: 7 200 unter 1 qm); dagegen sehen wir die Zahlen für *Tintinnopsis beroidea* von Stat. 5 (208 000 unter 1 qm) bis Stat. 11 (264 000 unter 1 qm) beständig wachsen, wo sie den Hauptbestandteil aller Protozoen ausmachte.

Protozoen unter 1 qm.

Stat. 11	291 000
10	157 000
7	389 000
5	1 408 000
2	742 000
12	145 000
13	234 000
14	158 000
15	256 000

Protozoen unter 1 cbm.

Stat. 19	1 206 000
21	260 000
23	7 200
24	56 400
28	1 450 000
32	210 600

Im Kattegat hat *Tintinnidium mucicola* das Übergewicht über die andern Formen bei einer mittleren Häufigkeit von 145 000 unter 1 qm, daneben kam auch *Tintinnopsis ventricosa* mit durchschnittlich 41 000 unter 1 qm zur Geltung.

Diese Arten wurden in der Nordsee vorwiegend durch *Cyttarocylis denticulata* und *Ptychocylis urnula* abgelöst; dies ergibt sich am deutlichsten aus der Zusammensetzung des Fanges an Station 28, wo die überhaupt größte Zahl an Protozoen sich fand und ausschließlich durch die beiden zuletzt genannten Arten hervorgerufen wurde: *Cyttarocylis denticulata:* 784 000, *Ptychocylis urnula:* 664 000 unter 1 qm; die andern hier vorkommenden Arten ließen sich wegen ihrer geringen Anzahl nicht zahlenmäßig feststellen. (Ein Mittelwert kann für die Formen der Nordsee nicht gebildet werden, da das Vorkommen der Arten und die Zahlen im einzelnen zu sehr schwanken.) Ähnlich lagen die Verhältnisse an Station 24, wo *Cyttarocylis denticulata* mit 344 000 und *Ptychocylis urnula* mit 22 000 vorhanden waren. An Station 19, der dritten und letzten Station, in der über 1 Million Protozoen in der Gesamtzahl unter 1 qm sich fanden, enthielt der Fang zur Hauptsache auch bereits *Cyttarocylis denticulata* (936 000), daneben aber noch 112 000 Individuen von *Tintinnidium mucicola,* der Hauptform des Kattegats, während *Ptychocylis urnula* nur mit 90 000 unter 1 qm vertreten war. Dieser Befund sticht jedoch gegen die aus dem Kattegat, wo die höchste Zahl für *Ptychocylis urnula* an Station 13 nur 9600 unter 1 qm betrug,

Tabelle 11.

(Zusammengestellt aus Tabelle B.)

Verbreitung der Protozoen.

× = Zahlenangabe in Tabelle B vorhanden. — unter dem Zeichen = häufiger in den tiefsten Schichten
" = " " " " nicht vorhanden. " " " = " " " mittleren "
O = vorhanden in einem durchgesehenen, nicht gezählten Fang. O = Ostsee, K = Kattegat, N = Nordsee.

Station	Ostsee 11	10	7	5	2	Kattegat 12	13	14	15	Nordsee 17	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	Häufigkeit des Vorkommens	im Gebiet	
1. *Bodenforaminiferen*				×	O	×	×			×			O				O								O					12	O K N	7 O K N
2. *Globigerina bulloides*													O			O			O		O						×			7	N	3 K N
3. *Acantharia* sp. sp.													O				O		O											8	N	9 N
4. *Acanthophracta* sp.																				O										4	N	1 O N
5. *Plagiacantha arachnoides*													O								O									5	N	1 O K
6. *Plectellaria* sp. sp.																														1	N	1 O
7. *Challengeron diodon*																														1	N	
8. *Noctiluca miliaris*																														1	N	
9. *Cyttarocylis denticulata*				×		×			×	×				×					×	O	O	×	O							14	O K N	
10. " " *v. cylindrica*						×																								7	K N	
11. " *helix*																											×			2	N	
12. *Ptychocylis urnula*							×	×	×	×			×			×			O	×	O				O	O	×		O	18	O K N	
13. *Tintinnidium mucicola*							×	×	×	×			×														×			7	K N	
14. *Tintinnopsis beroidea*				×	×	×							×										O		O	×	×		O	12	O K N	
15. " *campanula*			×		×		×																O							6	O N	
16. " *Lohmanni (?)*				×	×		×														O		O	O	O	×	×			10	O K N	
17. " *nucula*													×	O												O	×	×	O		7	N	
18. " *ventricosa*		×	×	×	×	×	×	×	×	×				O									×			O	×		O	16	O K N	
19. " sp. sp.		×	×											O	×													×		7	O K N	
20. *Tintinnus acuminatus*											×								O											6	K N	
21. " *subulatus*						×			×																					2	O K	
22. *Cothurnia maritima*		×	×	×																										3	O	

Digitized by Google

schon der Zahl nach bedeutend ab, so daß eine stetige Abnahme nach der Ostsee hin deutlich hervortritt. Dazu kommt noch, daß an Station 13 und 14 im Kattegat *Ptychocylis urnula* von 0—15 bezw. bis 10 m nicht angetroffen wurde, sondern nur in den unteren Schichten; ebenso zeigte sich auch für *Cyttarocylis denticulata* durch die vertikale Verteilung die Abhängigkeit von dem starksalzigen Unterstrom im Kattegat an, indem diese Form an Station 13 und 14 nur in den untersten Schichten von 49—30 m bezw. 75—30 m in geringer Zahl auftrat. Ausnahmsweise wurde *Cyttarocylis denticulata* noch in der Tiefe von Station 7 in der Ostsee (43—35 m) gefunden, die auch, wie wir oben sahen, eine ganze Reihe von Diatomeen enthielt, die mehr dem Nordseegebiet angehören.

Die andern Arten spielten zur Zeit der Untersuchungsfahrt keine große Rolle, so daß es vielfach nicht möglich war, Zahlenangaben für sie zu gewinnen. Es muß daher genügen, einen Überblick über ihre Verbreitung während der vorliegenden Fahrt zu geben, der in vorstehender Zusammenstellung enthalten ist.

Hervorzuheben ist, daß die häufigsten Formen der Familie der Tintinnodeen angehören, von denen ich jedoch nicht alle Arten bestimmen konnte; besonders sind die Befunde für die Gattung Tintinnopsis etwas lückenhaft geblieben. Ziemlich allgemein verbreitet kamen Bodenforaminiferen vor, am meisten an Station 19 mit 40 000 unter 1 qm. Für die Ostsee ist noch das Auftreten von *Cothurnia maritima* charakteristisch (Station 7: 52 000 unter 1 qm). Auf die Nordsee, besonders soweit die Stationen 19—29 in Betracht kommen, waren folgende Formen beschränkt: Acantharien, Acanthophractiden, *Challengeron diodon, Globigerina bulloides, Ptagiacantha arachnoides,* eine Plectellarien-Species (Station 28), *Tintinnus norvegicus* (Station 28) und *Dictyocysta elegans* (Station 26). Die übrigen Arten fanden sich zu zerstreut und vereinzelt, als daß ihr Vorkommen unter allgemeinere Gesichtspunkte eingeordnet werden könnte. Als allgemeineres Charakteristikum trat vielleicht nur das hervor, daß diese selteneren Arten in den meisten Fällen die tieferen Schichten bevorzugten. In der Ostsee traf das allerdings auch für die häufigeren Arten zu, so fanden sich z. B. an Station 7 in 5—0 m 3900, in 35—5 m 1300, in 43—35 m aber 34 000 Protozoen pro 1 cbm; von der letzten Zahl kamen allein 30 000 auf *Tintinnopsis ventricosa.* Im übrigen hatte die Tiefenverteilung der Gesamtzahlen große Ähnlichkeit mit der der Diatomeen, indem im Kattegat z. B. auch die Protozoen in ganz entsprechender Weise an Station 12 und 14 in der 5—0 m-Schicht an Häufigkeit abgenommen hatten, an Station 14 dagegen im Übergewicht waren, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Station 12	13	14	19	21
5—0 m: 2400	5—0 m: 19 000	5—0 m: 3200	5—0 m: 173 000	5—0 m: 24 000
21—5 m: 4400	15—5 m: 8000	10—5 m: 13 400	75—5 m: 4300	30—5 m: 2900
28—21 m: ×	30—15 m: 3700	30—10 m: 1800	191—75 m: 350	87—30 m: 1000
	40—30 m: 200	75—30 m: 87		

An Station 19 und 21 der Nordsee, die auch vorher zur Veranschaulichung der Tiefenverteilung besonders berücksichtigt wurden, ist die 5—0 m-Schicht wiederum, wie bei den Diatomeen, weitaus am reichsten bevölkert.

Metazoen.

Unter den Metazoen nehmen die hervorragendste Stelle die Copepoden ein, über die in einem folgenden Teile eingehend berichtet werden soll. Es bleibt daher zur Charakterisierung der Planktonverhältnisse im allgemeinen nur noch übrig, eine kurze Übersicht über die Verbreitung der anderen Gewebstiere zu geben. Ein Blick in die Gesamttabellen zeigt, daß die Mehrzahl der Formen sehr zerstreut und in geringer Menge auftrat; nur einige wenige Arten hatten eine gleichmäßige, auf größere Gebiete sich erstreckende Verbreitung, wie die Echinodermen-Larven, Muschellarven und Limacina und die Appendicularien. Tabelle 12 mag zunächst über die Mengenverhältnisse der Gesamtzahlen orientieren:

Digitized by Google

Tabelle 12.

(Zusammengestellt aus Tabelle A.)

Berechnet auf 1 qm Oberfläche.

Nr. der Station		Coelenterata	Echinodermata	Vermes	Crustacea exkl. Copepoda	Mollusca	Tunicata
11		—	—	—	—	—	—
10		—	—	400	—	2 600	—
7		—	—	12 000	80	—	—
5		—	—	9 200	—	160	—
2		240	—	44 000	—	8 000	—
12		240	2 000	2 600	9 000	15 000	—
13		1 200	480	12 600	1 400	46 000	1 700
14		3 200	400	43 000	7 400	80 000	3 300
15		1 400	80	17 000	80	7 400	—
19		480	2 800	16 000	480	61 000	1 500
21		560	15 000	31 000	2 300	130 000	141 000
23		80	13 000	800	—	3 000	960
24		16 000	190 000	21 000	1 900	×	2 400 000
28		5 100	640	21 000	24 000	24 000	127 000
32		1 040	—	2 900	—	80 000	×
37		80	9 700	194 000	700	×	18 000
Durchschnittswerte	Ostsee	×	—	13 100	×	2 200	—
	Kattegat	1 500	740	19 000	4 500	37 100	1 200
	Nordsee	3 400	32 900	41 000	4 200	42 600	384 000

Wie schon oben bei Besprechung der anderen Organismen hervorgehoben wurde, trat auch hier die außerordentliche Armut der Ostsee den anderen Gebieten gegenüber zutage: Echinodermen-Larven und Tunicaten fehlten zurzeit ganz, nur die Würmer und Mollusken lieferten nennenswerte Zahlen, die auch nach Osten zu kleiner wurden, waren aber an Station 11 ebenfalls nicht mehr vorhanden. Im Kattegat und in der Nordsee erfuhren die Gewebstiere im allgemeinen eine ähnliche Steigerung der Massenentwicklung wie die Peridineen, indem die höchsten Zahlen in der Nordsee angetroffen wurden. Nur die unter „Crustacea exkl. Copepoda" zusammengefaßten Organismen scheinen, nach den Durchschnittswerten (s. Tabelle 12) zu urteilen, in beiden Gebieten ungefähr gleich häufig zu sein. Doch handelte es sich dabei hauptsächlich um Cirripedien-Nauplien, die als Larvenstadien von Küstenorganismen natürlich im Küstengebiet (Kattegat) besonders zahlreich anzutreffen waren, so daß sich für die Nordsee mit den zahlreicheren küstenfernen Stationen kein Durchschnittswert ergeben kann, der mit dem für das Kattegat gültigen unmittelbar vergleichbar wäre. Es zeigt sich vielmehr, daß auch die Cirripedien-Nauplien an der Nordsee-station 28 (Küste!) mit 17 600 unter 1 qm bei weitem häufiger waren als im Kattegat, wo an Station 12 die größte Zahl von 9000 unter 1 qm gefunden wurde.

Im Kattegat herrschten die Mollusken vor (Muschellarven und z. T. auch [Station 14] Limacina) mit durchschnittlich 37 100 Individuen unter 1 qm. Ziemlich häufig waren auch noch die unter „Vermes" zusammengefaßten Organismen mit durchschnittlich 19 000 Individuen unter 1 qm, von denen besonders die Rotatorien hervorzuheben sind: Station 13: 8700, Station 14: 20 000, Station 15: 17 000 unter 1 qm.

In der Nordsee sind es vor allem die Tunicaten, Echinodermen-Larven und Coelenteraten, die einen bedeutenden Zuwachs den Kattegatbefunden gegenüber erfuhren, doch gilt dies nicht allgemein für jede Station, sondern nur in einzelnen Fängen wurde eine so erheblich größere Menge gefangen, daß die für die Nordsee gebildeten Durchschnittswerte trotz der beträchtlichen Anzahl kleiner Werte, die noch unter denen des Kattegats blieben, doch größer waren als die Durchschnittswerte des Kattegats (s. Tabelle 12, S. 64 [36]). Solche Produktionsmaxima kamen besonders an Stationen 24 und 37 vor (dasjenige für Cirripedien-

Digitized by Google

Nauplien an Station 28 ist bereits hervorgehoben worden), und zwar sind es an Station 24: 1. die Tunicaten, von denen *Fritillaria borealis* mit 1520000 Individuen und *Oikopleura* mit 880000 unter 1 qm vertreten war (s. Tabelle 12, S. 64 [36]). — Es sind dies die größten Zahlen, die für diese Organismen während der vorliegenden Fahrt überhaupt festgestellt wurden. Die Zahlen für die Art *O. labradoriensis* beziehen sich nur auf die sicher bestimmten größeren Exemplare; möglicherweise befinden sich auch unter den als *O. dioica* angeführten *Oikopleura* junge Exemplare von *O. labradoriensis*, doch wohl nur in geringerer Anzahl. Ich habe diese Arten nur nach den Merkmalen der Gehäuseanlage unterschieden. Als wesentlich ist hervorzuheben, daß *Fritillaria* an allen Stationen bedeutend häufiger war als *Oikopleura*. — 2. erreichten ebenfalls die Echinodermen-Larven hier ihren Höhepunkt, vertreten durch 190000 unter 1 qm Pluteus-Stadien von Echiniden, und 3. fand sich unter den Coelenteraten eine außerordentlich große Menge (16000 unter 1 qm) von der Cerianthacen-Larve *Arachnactis bournei* (?); sonst war diese Station, soweit die Coelenteraten in Betracht kommen, als einziger Fundort von *Aglantha digitalis* charakteristisch.

An Station 37 war ein erheblicher Reichtum an Rotatorien (140000 unter 1 qm) zu konstatieren, hieraus und aus ihrem Fehlen an den Stationen der freien Nordsee (19—33) geht hervor, daß wir es mit Küstenformen zu tun haben. Erwähnenswert ist noch, daß sich die einzige größere Ansammlung von Bipinnarien (9700 unter 1 qm) an dieser Station fand.

Im übrigen wurden die Zahlen für die unter „Vermes" zusammengefaßten Tiere im wesentlichen durch Polychaeten-Larven gebildet, daneben an den Stationen 12, 13, 14 und 15 des Kattegats in etwa gleichem Maße durch *Sagitta bipunctata*, die sonst nur außerordentlich spärlich vorkam.

II. Spezieller Teil. Die Copepoden.

a) Ergänzendes über die Entwicklung einiger freilebender Copepoden.

Angeregt durch Hensens Auseinandersetzungen (16, p. 45 ff.) schien es mir wesentlich, den Copepoden besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Inzwischen sind in ähnlichem Sinne Untersuchungen angestellt von Gran (14), Damas (8) und Paulsen (25), besonders über *Calanus finmarchicus*, die durch Unterscheidung und Zählung verschiedener Altersstufen dieses Copepoden die Entwicklungsdauer und die Fortpflanzungszeit festzustellen suchten. Obgleich die Bearbeitung meines Materials, das sich nur aus Fängen einer Jahreszeit zusammensetzt, nicht in dem Maße biologische Schlüsse zuläßt, wie die Jahresserien der genannten Forscher ergeben, schien es mir wichtig, bei der Zählung die Unterscheidung der Altersstadien, auch auf die übrigen freilebenden Copepoden ausgedehnt, durchzuführen.

Einen wesentlichen Anhalt für die Unterscheidung der Stadien bot Obergs Arbeit über die Metamorphose der Plankton-Copepoden der Kieler Bucht, welche besonders die Entwicklung des Nauplius zum Copepoditen bis ins einzelne klarstellt. Danach war es möglich, für die Ostsee wenigstens, die Artzugehörigkeit der Nauplien zu berücksichtigen und zum Teil auch ihre Stadien bei der Zählung zu unterscheiden. Da bei letzterer die oft nötige Vergrößerung nicht angewandt und der Nauplius nicht in die zweckentsprechende Lage gebracht werden konnte, mußte zumeist das Stadium durch Größenmessung festgestellt werden. Durch hinterher angestellte genauere Untersuchung wurde nachgeprüft, ob die Messung für die Bestimmung der Stadien hinreichte, wenigstens für diejenigen, wo nicht leicht erkennbare Unterschiede vorhanden waren. Für das andere Gebiet, das Kattegat, Skagerrak und die Nordsee, habe ich jedoch diese Unterscheidungen fallen gelassen, weil zum Teil andere Nauplien hinzukamen, zum Teil die Größenverhältnisse hier andere sind, so daß die Bestimmung unsicher wird.

Auch lag es nicht in meiner Absicht, hierüber genauere Resultate zu gewinnen. Dagegen habe ich der Entwicklung der Copepoditstadien größere Aufmerksamkeit zugewandt. Hierfür kam es zunächst darauf an, Merkmale für die verschiedenen Stadien zusammenzustellen, die auch bei der Zählung die Unterscheidung ermöglichen. Als solche ergeben sich besonders das Abdomen und das 5. Schwimmfußpaar,

Digitized by Google

wie auch schon aus den Untersuchungen der erstgenannten Forscher hervorgeht. In allgemeinen Zügen hat auch Oberg, soweit die genannten Körperteile in Betracht kommen, die einzelnen Stadien gekennzeichnet.

Nach ihm (24, p. 63) würde sich unter Berücksichtigung einiger geringer Abweichungen, die sich aus meinen Untersuchungen ergeben, die Entwicklung des Abdomens in folgendes Schema (Tab. 13) einordnen lassen.

Tabelle 13.

Schema der Entwicklung des Abdomens.

× im Felde = getrennt vorhandenes Glied.
Zwei Felder durch ‖ verbunden = unvollständig verschmolzen.
„ „ „ { „ = vollständig „

Stadium	♀ *Pseudocalanus, Paracalanus (Oithona)* I	II	III	IV	V	VI	Normalglied	♂ aller Arten I	II	III	IV	V	VI	Stadium
			×	×	×	×	1tes			×	×	×	×	
				×	×	×	2tes				×	×	×	
					×	×	3tes					×	×	
						×	4tes						×	
	×	×	×	×	×	×	5tes	×	×	×	×	×	×	
	×	×	×	×	×	×	Furka	×	×	×	×	×	×	
Anzahl der erkennbaren Glieder außer der Furka	1	1	2	3	4	4		1	1	2	3	4	5	

Stadium	♀ *Temora* I	II	III	IV	V	VI	Normalglied	♂ *Acartia* I	II	III	IV	V	VI	Stadium
			×	×	×	×	1tes			×	×	×	×	
				×	×	×	2tes				×	×	×	
					×	×	3tes					×	×	
						×	4tes						×	
	×	×	×	×	×	×	5tes	×	×	×	×	×	×	
	×	×	×	×	×	×	Furka	×	×	×	×	×	×	
Anzahl der erkennbaren Glieder außer der Furka	1	1	2	3	3	3		1	1	2	3	3	3	

Aus der Darstellung von Oberg (24, p. 63 und 89) sowohl wie von Claus (7, p. 81) geht hervor, daß auf den beiden ersten Copepoditstadien nur ein Abdominalsegment vorhanden ist, während Gran und nach ihm Damas zwei zählen. Dieser Widerspruch findet in folgender Beobachtung Obergs seine Erklärung: „Die andern Schwimmfüße treten in durchaus analoger Weise in kontinuierlicher Reihenfolge auf" (wie vorher bei dem ersten und zweiten Schwimmfußpaar geschildert), „jeder vom vorhergehenden durch eine Häutung geschieden, so zwar, daß zunächst vom proliferierenden Segmente das betreffende Segment abgeschnürt wird, das zunächst aber seiner geringen Breite wegen eher zum provisorischen Abdomen, als zum Thorax zu gehören scheint." Auf einer anderen Stelle sagt Oberg (24, p. 63), daß das erste Adominalsegment zuerst auf dem III. Stadium angelegt erscheint. Rein äußerlich ist also eine Zweigliedrigkeit des Abdomens auf den beiden ersten Stadien vorgetäuscht, während die Beobachtung der Entwicklung lehrt, daß nur ein Glied, außer der Furka, das Abdomen bildet. Für die gleiche Unterscheidung der Altersstadien bilden diese beiden verschiedenen Auffassungen jedoch kein Hindernis, da das Fehlen des dritten resp. vierten Schwimmfußpaares ein genügendes Kriterium für das I. resp. II. Copepoditstadium ist.

Dieses eine Segment ist sowohl seiner Gestalt nach, als auch dadurch, daß der Enddarm hier mündet, dem Analsegment des ausgewachsenen Tieres analog. Während mit dem II. Stadium die Anlage neuer Thoraxsegmente abgeschlossen ist, setzt mit dem III. also die weitere Ausbildung des Abdomens ein.

Digitized by Google

Aus dem Schema ist zu ersehen, wie durch Wachstum im mittleren Teile des Abdomens allmählich die Fünfzahl der Glieder erreicht wird. Da dies bei jeder Häutung durch Vermehrung um je ein Glied geschieht, reicht die Kenntnis der Anzahl der Glieder zur Unterscheidung des III. bis VI. Copepoditstadiums aus, jedoch nur für die Männchen, da bei den Weibchen bestimmte Verschmelzungen vor sich gehen, die auch in dem Schema (Tab. 13) angedeutet sind.

Die nun folgenden Beobachtungen, die sich auf *Pseudocalanus, Paracalanus, Temora* und *Acartia* erstrecken, habe ich aus eigener Anschauung zusammengestellt, und zwar unter dem Gesichtspunkte, für die Zählung praktisch verwendbare Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Copepoditstadien hervorzuheben. Dabei ist besonders die Ausbildung des 5. Beinpaares berücksichtigt, das für die Unterscheidung der Geschlechter Bedeutung gewinnt.

Das I. und II. Stadium läßt sich also bei allen zu besprechenden Gattungen leicht durch das Vorhandensein von 2 bezw. 3 Schwimmfußpaaren bestimmen. Mit dem III. Stadium hat das *Pseudocalanus*-Weibchen bereits endgültig mit der Ausbildung von Schwimmfußpaaren abgeschlossen, indem ein 5. Beinpaar nicht mehr angelegt wird[1]). Das Abdomen hat 2 Ringe (s. Taf. I, Fig. 13). Das IV. Stadium ist durch 3 Abdominalringe (1, 2 und 5) charakterisiert (s. Taf. I, Fig. 14). Im V. Stadium kommt der dritte Ring neu hinzu; gleichzeitig beginnt die Verschmelzung des ersten und zweiten Segmentes, doch ist die Trennungslinie noch deutlich zu erkennen, so daß vier Abschnitte hervortreten (s. Taf. I, Fig. 15). Im VI. Stadium ist auch das fünfte Segment gezweiteilt, während das erste und zweite nun vollkommen verschmolzen ist, so daß auch wieder vier Abschnitte zu erkennen sind; jedoch ist der erste im Unterschied zu dem des V. Stadiums bedeutend größer und zeigt nunmehr die Genitalöffnung (s. Taf. I, Fig. 16).

Auch das Männchen besitzt auf dem IV. Stadium zunächst drei Abdominalringe, unterscheidet sich aber vom Weibchen durch das Vorhandensein eines fünften Beinpaares (s. Taf. I, Fig. 20), das aus einem nach unten etwas eingebuchteten Basisgliede (verschmolzen aus B_1 und B_2)[2]) mit beiderseits je einem zweigliedrigen Anhang, von denen der linke etwas größer ist. Die zwei Glieder des Anhangs entsprechen offenbar den B_2 und einem eingliedrigen Exopoditen des normalen Schwimmfußes. Auf dem V. Stadium des Männchens tritt am Abdomen ein Ring mehr (der dritte) auf, so daß dieses nunmehr vier Glieder besitzt, von denen aber das erste bedeutend selbständiger erscheint, als das erste des Weibchens auf demselben Stadium (s. Taf. I, Fig. 18). Gleichzeitig haben sich am 5. Beinpaar beiderseits die äußersten Glieder geteilt; auch hier ist derselbe Längenunterschied zwischen dem rechten und linken Bein wie vorher zu bemerken (s. Taf. I, Fig. 21). Das nächste Stadium zeigt dann das typische 5. *Pseudocalanus*-Beinpaar und ein fünfgliedriges Abdomen, dessen 5. Glied jedoch außerordentlich klein geworden ist (s. Taf. I, Fig. 19). Die relative Länge der einzelnen Ringe ist aus den Figuren ersichtlich.

Bei *Paracalanus* ist die Entwicklung des Abdomens im Prinzip dieselbe wie bei *Pseudocalanus*. Jedoch tritt auf dem V. Stadium des Weibchens noch weniger eine Verschmelzung der beiden ersten Abdominalsegmente ein, so daß das Abdomen, von Größenunterschieden abgesehen, dem des Männchens auf demselben Stadium gleicht. Erst auf dem VI. Stadium des Weibchens bildet sie ein einheitliches Genitalsegment, wie bei *Pseudocalanus*. Wir haben also sowohl für Weibchen und Männchen auf dem III. Stadium zwei Glieder, auf dem IV. Stadium drei Glieder, auf dem V. Stadium 4 Glieder, während das VI. Stadium beim Weibchen 4, beim Männchen 5 Glieder aufweist (s. Taf. I, Fig. 1—7).

Für die Unterscheidung der Geschlechter auf dem III. und IV. Stadium bietet das 5. Beinpaar einen wesentlichen Anhaltspunkt. Das 5. Beinpaar des Weibchens besitzt bereits auf dem IV. Stadium die Form wie auf dem VI., doch in bedeutend kleineren Dimensionen. Auch fehlt am distalen Gliede noch die Außenborste, die dann auf dem V. Stadium erscheint, unter gleichzeitiger Größenzunahme des ganzen Beinpaares (s. Taf. I, Fig. 8—10).

[1]) In dem vorliegenden Material fand ich ein besonders großes *Pseudocalanus*-Weibchen (1,63 mm), das ein verkümmertes 5. Beinpaar von derselben Gestalt besaß, wie es Mrázek (22, p. 507, Fig. 5 und 6) abbildet. Letzterer bestätigt die von Boeck 1864 bereits gemachte Beobachtung, daß eben zuweilen ein 5. Beinpaar angetroffen wird, auch für seinen im arktischen Gebiet erbeuteten *Pseudocalanus*.

[2]) Bezeichnung nach Giesbrecht (11), B_1 und B_2 = erstes und zweites Basisglied.

Digitized by Google

Das 5. Beinpaar des Männchens ist auf dem IV. Stadium (s. Taf. I, Fig. 11) bedeutend größer, als das des Weibchens auf dem gleichen Stadium. Es besteht aus zwei von einem gemeinsamen Basalstück ausgehenden einästigen Beinen, von denen das linke zwei-, das rechte eingliedrig ist. Die distalen Glieder beider Beine tragen je zwei winzige Dornen. Das proximale Glied des linken Beines ist etwa ein Drittel so groß wie das distale desselben Beines. Das Glied des rechten Beines ist doppelt so groß wie das proximale des linken Beines, so daß das rechte Bein bedeutend kürzer erscheint. Auch die rechte Hälfte des Basalstückes, ein Verschmelzungsprodukt aus je einem Gliede der beiden Beine, ist im Vergleich zur linken verkürzt. Auf dem V. Stadium ist das linke Bein (s. Taf. I, Fig. 12) um ein mittleres Glied vermehrt und das Basalstück in eine rechte und eine linke Hälfte deutlicher geschieden, ohne daß diese aber frei werden. Das linke Bein besteht also auf diesem Stadium aus dem Basalglied, zwei darauffolgenden gleich großen Gliedern und einem distalen Gliede, das die Größe der beiden vorhergehenden zusammengenommen hat. Das rechte Bein ist nur um ein geringes gewachsen, ohne neue Glieder zu bilden. Das Männchen besitzt also im Unterschied zu den gleichen Stadien des Weibchens ein größeres 5. Beinpaar mit deutlich verkürztem rechten Bein, während beim Weibchen beide stets etwa gleich groß sind.

Im allgemeinen ist eine Trennung der Geschlechter nach den benutzten morphologischen Merkmalen frühestens erst mit dem IV. Stadium möglich.

Während die übrigen Schwimmfußpaare nach Oberg in 3 Stufen ihre volle Ausbildung erreicht haben, gekennzeichnet als „Wulst", „Flosse" und „Schwimmfuß", lassen sich beim 5. Beinpaar mindestens vier Stufen deutlich unterscheiden; und zwar tritt 1. auf dem III. Stadium die Flossenform hervor, 2. auf dem IV. ein rudimentäres Beinpaar, das bereits die Endform andeutet, 3. auf dem V. ein etwas mehr entwickeltes Beinpaar und 4. auf dem VI. Stadium das ausgebildete Beinpaar des geschlechtsreifen Tieres. Wenigstens lassen sich bei *Temora* alle diese Formen verfolgen, bis auf die eigentlich erste Anlage als wulstförmige Vorwölbung, die nach Oberg auf dem II. Stadium, wo das fünfte Thoraxsegment angelegt wird, erscheint. Da ich diesem Stadium, wie oben erwähnt, in bezug auf das 5. Beinpaar keine so große Aufmerksamkeit schenkte, habe ich die Entwicklungsstufe des 5. Beinpaares, die also die oben aufgeführten noch um eine vermehren würde, nicht direkt beobachtet. Auch die Flossenform auf dem III. Stadium habe ich bei den andern Copepoden nicht besonders hervorgehoben, da das 5. Beinpaar auf diesem Stadium dem Körper meist dicht angeschmiegt liegt und wegen seiner Kleinheit auch nur schwer zu erkennen ist. Es kommt daher für eine praktische Unterscheidung nicht so sehr in Betracht. Bei *Temora* jedoch fällt diese Flossenform wegen ihrer verhältnismäßig beträchtlichen Größe besonders auf (s. Taf. I, Fig. 22, 23). Es ist eine dreieckige Platte, die am distalen, etwas abgerundeten Ende eine dickere Spitze und einen kleinen Dorn trägt. Das Abdomen besteht auf diesem III. Stadium aus zwei Abdominalringen. Dann lassen sich vier verschiedene Stadien mit drei Abdominalringen unterscheiden, von denen drei der weiblichen und eines der männlichen Entwickelungsreihe angehören (♀ IV, V, VI, s. Taf. I, Fig. 24—26). Das mittlere Glied ist bei dem Weibchen stets das kleinste, das Analsegment übertrifft das erste nur wenig an Länge, während beim Männchen (♂ IV, Taf. I, Fig. 27) die beiden ersten Glieder ungefähr gleich groß sind, das Analsegment aber beinahe die Größe dieser beiden zusammengenommen hat. Das 5. Beinpaar des Weibchens auf dem IV. Stadium (s. Taf. I, Fig. 30) besteht aus 2 dreigliedrigen Ästen. Die Basalglieder sind zum Teil verschmolzen; es folgt ein ungefähr quadratisches Glied, an das sich ein ovales Endblatt ansetzt. Dieses trägt am distalen Ende einen größeren und einen kleineren Dorn, und am äußeren Rande, etwas hinter der Mitte der Längskante, eine kleine Borste. Auf dem V. Stadium (s. Taf. I, Fig. 31) haben sich die Endglieder bedeutend in die Länge gestreckt, und auch am Innenrande, etwa der Außenrandborste gegenüber, zeigt sich ein kräftiger, etwas geschwungener Dorn. Außerdem sind auch die beiden Dornen am distalen Ende bedeutend kräftiger geworden. Dadurch ist das Beinpaar dem des ausgewachsenen Tieres bereits so ähnlich geworden, daß ich keine wesentlichen Unterscheidungsmerkmale herauszufinden vermag, abgesehen davon, daß das Beinpaar als Ganzes auch größer geworden ist.

Ebenso ähnelt das Abdomen (s. Taf. I, Figur 25) des V. Stadiums beim Weibchen sehr dem des VI. Stadiums. Das erste sichtbare Glied, das man sich nach Analogie der Entwicklung von *Pseudocalanus* aus Glied 1 und 2 verschmolzen denken kann, läßt schon deutlich die ventrale Vorwölbung erkennen, an der sich dann auf dem VI. Stadium die Genitalöffnung befindet (s. Taf. I, Fig. 26). Das Vorhandensein

Digitized by Google

dieser Öffnung ist neben dem Größenunterschied das einzige abweichende Merkmal gegen das V. Stadium. Berücksichtigt man nur die Veränderungen der äußeren Hülle vom IV. bis VI. Stadium, so liegt die Annahme nahe, daß es sich nur um stärkeres Auswachsen der auf Stadium IV schon vorhandenen Glieder handelt. Leider konnte ich die Anlage des nachfolgenden Stadiums unter der Hülle des vorhergehenden nicht mehr eingehend untersuchen, so daß ich nicht aus eigener Anschauung weiß, ob Zellenmaterial vorübergehend neu angelegter Glieder zum weiteren Aufbau benutzt wird, so daß man die Segmente als Verschmelzungsprodukte der sonst bei den Calamiden normal vorhandenen Glieder auffassen kann[1]). Aus Obergs Darstellung geht nicht klar hervor, ob direkte Beobachtungen oder theoretische Erwägungen ihn dazu führten, die Entwicklung des *Temora*-Abdomens mit der als normal angesehenen Entwicklung des *Centropages*-Abdomens so in Parallele zu setzen, wie aus dem obigen Schema hervorgeht. Wenigstens rechtfertigt ein Vergleich mit der Entwicklung des männlichen Abdomens dieses Vorgehen. Auch Größenmessungen lassen trotz bedeutender Schwankungen die drei letzten verschiedenen Copepoditstufen deutlich unterscheiden, wenn man berücksichtigt, daß auch die geschlechtsreifen *Temora* auffallend starke Größendifferenzen aufweisen.

Bei Individuen der männlichen Entwicklungsreihe mit 3 Abdominalringen (♂ IV, Taf. I, Fig. 27) ist das 5. Beinpaar (s. Taf. I, Fig. 32) bereits kräftiger ausgebildet, als bei den Weibchen derselben Stadien. In der Seitenlage läßt sich deutlich erkennen, daß das linke Bein das Ende des zweiten Abdominalgliedes beinahe erreichen würde, wenn man es sich um seine Achse an den Hinterkörper herangeklappt denkt, während bei den Weibchen das 5. Beinpaar kaum das Ende des 1. Gliedes erreichen würde. Das rechte Bein des Männchens ist in allen seinen 3 Gliedern etwas kürzer als das linke. Neben diesen Längenunterschieden zeigen sich auch noch andere Merkmale, die darauf hinweisen, daß wir es mit einem unentwickelten Beinpaar eines *Temora*-Männchens zu tun haben. Es sind auch hier (also ♂ IV) zwei verschmolzene Basisglieder vorhanden, auf die rechts und links zunächst je ein etwa quadratisches Glied folgt, jedoch mit dem Unterschied zum Fuße des Weibchens, daß die distale innere Ecke des linken Gliedes eine kleine Vorwölbung zeigt, die dem langen Dorn desselben Beines auf dem VI. Stadium entspricht. Am Außenrande trägt dieses Glied einen kleinen Stachel, den ich jedoch nicht immer gesehen habe. Es folgt dann jederseits ein ziemlich langgestrecktes Blatt. Das linke läßt etwa zur Hälfte am Außenrande eine seichte Einschnürung erkennen, aus der ein kleiner Stachel hervorgeht. Im letzten Drittel, ziemlich nahe dem Ende, findet sich noch ein solcher. Die distale Rundung des Blattes trägt einen kürzeren, kräftigen Dorn mehr auf der Rückseite und einen dünnen, längeren Stachel mehr auf der Vorderseite. Das dritte Glied des rechten Beines hat am Außenrande 3 kleine Stacheln, von denen der 2. in etwa doppelter Entfernung wie der erste vom proximalen Ende dieses Gliedes sich befindet, während der dritte, einen kürzeren Raum dazwischenlassend, am distalen Ende neben einem kräftigen Dorn steht. Auf dem nächsten Stadium (♂ V, Taf. I, Fig. 33) erscheint die Vorwölbung am zweiten Gliede des linken Beines größer und undeutlich abgeschnürt, als wenn ein Endopodit sich bilden wollte. Das 3. Glied hat sich mehr gestreckt und an der Stelle, wo auf dem vorhergehenden Stadium der 1. Außenrandstachel saß, sich geteilt. Dieser nunmehr zweigliedrige Exopodit besitzt zur Hälfte des Innenrandes des 1. Gliedes einen kleinen Stachel und am Außenrande des 2. Gliedes, etwa in $^2/_3$ Entfernung vom proximalen Ende, einen neu hinzugekommenen kleinen Stachel. Das rechte Bein hat sich selbst in der Größe kaum merklich, sonst überhaupt nicht geändert. Das Abdomen (s. Taf. I, Fig. 28) ist um einen Ring (3) vergrößert worden. Auf dem VI. Stadium besteht das Abdomen (s. Taf. I, Fig. 29) des Männchens aus 5 Gliedern. Das 5. Beinpaar hat seine typische Gestalt angenommen.

Bei *Acartia* zeigt die Entwicklung nicht einen so normalen Verlauf wie bei *Pseudocalanus* und *Paracalanus*, da sehr weitgehende Verschmelzungen der Abdominalringe eintreten und eine gewisse Ähnlichkeit der beiden Stadien bewirken; durch Größenmessungen können hier nicht ohne weiteres wie bei *Temora* die Grenzen zwischen ähnlich erscheinenden Stadien festgestellt werden, da in demselben

[1]) Ich möchte daher die Oberg'sche Deutung nicht umstoßen, obgleich mir scheint, daß auf dem IV. Stadium bereits Glied 1 und 2 verschmolzen und 3 schon vorhanden ist, und zwar wegen der Länge des ersten Gliedes einerseits, und weil es andererseits meist eine seichte Einschnürung erkennen läßt. Auf dem V. Stadium würde dann das 4. Glied angelegt, während 1, 2, 3 verschmolzen sind. Eine ähnliche Entwicklung macht das Abdomen des *Acartia*-Weibchens durch.

Digitized by Google

Fange Individuen der verschieden großen Arten gleichzeitig auftreten können. Nach den typischen, ausgewachsenen Exemplaren zu urteilen, fanden sich in meinen Fängen die Arten *A. bifilosa, longiremis* und *Clausi*. Von diesen läßt sich *bifilosa* schon vom II. Stadium ab durch das Vorhandensein von Rostralfäden als solche erkennen (Oberg, 24, p. 62). Da nun nach Obergs Beobachtungen die Entwicklung der verschieden *Acartia*-Arten bei ihrer nahen Verwandtschaft im Prinzip dieselbe ist, habe ich die Art *bifilosa* nicht näher untersucht, dagegen den beiden andern Arten, die bis zum V. Stadium außer der Abweichung in der Größe wesentlicher Unterschiede entbehren, größere Aufmerksamkeit geschenkt. Sie fanden sich in zwei Gebieten ziemlich rein gesondert, *A. longiremis* im Norden (Station 26, 28, 20), *A. Clausi* im Süden der Nordsee (Station 34, 36, 37), so daß man wohl die jüngeren Stadien ihrem Herkunftsort entsprechend mit einiger Gewähr für die Richtigkeit bald der einen, bald der andern Art zuweisen kann.

Die vorliegenden Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf die Arten der Nordsee, und zwar ergibt sich zunächst folgende Entwicklungsreihe für *Acartia Clausi*. Das III. Stadium (s. Taf. I, Fig. 34) zeigt dieselben Merkmale wie das der andern Copepoden. Das IV. Stadium des Weibchens (s. Taf. I, Fig. 35) weist zwar der Zahl nach kein neu hinzugetretenes Glied auf, doch muß man wegen der bedeutenden Größe des ersten Segments annehmen, daß eine Verschmelzung des 1. und 2. Normalgliedes eingetreten ist, wenn anders man die Entwicklung von *Acartia* auf die als normal angesehene Entwicklung (Oberg) der Calaniden zurückführen will. Entsprechend der Entwicklung dieser Gruppe tritt auf diesem Stadium zum ersten Mal das 5. Beinpaar in einer Form auf, die sich der des ausgewachsenen Tieres schon etwas nähert (s. Taf. I, Fig. 41). An einer Basalplatte, die als Verschmelzungsprodukt von B_1 und B_2 gedacht werden kann, setzt sich rechts und links je ein flaches, rundliches Glied an, das am distalen, äußeren Rande eine etwas auf die Hinterfläche gerückte Fiederborste trägt; die linke Borste ist stärker geschwungen als die rechte. Darauf folgt ein kleinerer, fast kugeliger Anhang. Auf dem nächsten Stadium (♀ V, Taf. I, Fig. 42) sind die borstentragenden Glieder etwas gestreckter, erscheinen aber nicht mehr so deutlich von der Basalplatte abgeschnürt, sondern etwas mehr verwachsen. Der kugelige Anhang trägt am distalen Ende nunmehr einen kräftigen, und soweit ich erkennen konnte, platten Dorn, der etwas länger als das letztgenannte Glied ist.

Ehe ich die weitere Umbildung des Abdomens bespreche, muß ich zunächst auf eine Eigentümlichkeit des Analsegmentes hinweisen. Dieses hatte bei den andern Copepoden dorsal eine Vorwölbung oberhalb des Afters. Bis zu dieser ist, dorsal gesehen, durch eine Einfurchung in der Längsrichtung eine Trennung des Analsegmentes angedeutet, die ja in der Furka vollkommen durchgeführt ist. Während nun diese Vorwölbung bei den andern Copepoden dem Analsegment während der ganzen Entwickelung erhalten bleibt, scheint sie bei *Acartia* (♀) zur Bildung eines neuen Gliedes mit verwandt zu werden. Schon auf dem III. Stadium fällt sie durch besondere Größe auf. Als dorsale Platte ist sie auf dem IV. Stadium des Weibchens (Taf. I, Fig. 35) dem proximalen Rande des Analsegmentes angeschmiegt. Zuweilen ist ein Ausläufer dieser Platte zu sehen, der als schmaler Streifen an beiden Seiten des Analsegmentes am proximalen Rande verläuft und damit ein in einem späteren Stadium auszubildendes Segment andeutet. Es sind also nur zwei deutlich sichtbare Segmente vorhanden. Auf dem nächsten Stadium (V, Taf. I, Fig. 36) tritt ein Segment hinzu. Normalerweise müßte es das dritte Glied sein, das auf diesem Stadium sonst bei den Calaniden ausgebildet wird unter gleichzeitiger Verschmelzung des ersten und zweiten. (Letzteres ist bei *Acartia* (♀), wie wir gesehen haben, bereits auf dem vorhergehenden [IV.] Stadium geschehen.) Nun aber weist die dorsale Verlängerung in furkaler Richtung des neu gebildeten Gliedes, die Giesbrecht (10, p. 145) als „Analklappe" bezeichnet, darauf hin, daß in diesem neuen Gliede die vorher erwähnte dorsale Vorwölbung sich wiederfindet, daß also ein Bestandteil des 5. Normalsegmentes sich abgespalten hat, ein Vorgang, der bei andern Calaniden erst auf dem Übergang zum VI. Stadium sich abspielt und die Bildung des 4. Segmentes darstellt. Es führt also die charakteristische Gestalt des neu gebildeten Gliedes zu der Annahme, daß bereits auf dem V. Stadium bei *Acartia* (♀) das 4. Glied erscheint. Soll das Abdomen nun auf das 5-gliedrige Normalabdomen zurückgeführt werden, so bleibt nur die Annahme übrig, daß das bisher noch nicht aufgetretene dritte Normalglied bereits im Genitalsegment (das auf dem IV. Stadium aus Glied 1 und 2 bestand) aufgegangen ist, eine Verschmelzung, die bei *Acartia* also wiederum

Digitized by Google

auf einem früheren Stadium eintritt, als bei den anderen Calaniden. Die bedeutende Vergrößerung des Genitalsegmentes auf dem V. Stadium gegen das IV. gibt dieser Deutung große Wahrscheinlichkeit. Damit hat das Abdomen des V. Stadiums bei *Acartia* (♀) mit dem des VI. eine überraschende Ähnlichkeit erhalten, die noch durch die ventrale Vorwölbung des Genitalsegmentes vergrößert wird. Doch ist noch nicht die Genitalöffnung zu erkennen. Auch ist die Bedornung noch spärlicher als am geschlechtsreifen Tier. Der letzte Thoraxring zeigt an der Stelle, wo später die für *Acartia Clausi* typischen 3—4 Spitzen sich befinden, nur eine kleine Spitze (zuweilen ein feines Härchen), die ich jedoch nicht an allen Exemplaren gesehen habe. Das erste und zweite der sichtbaren Glieder trägt oben, mehr seitlich am distalen Rande, rechts und links je eine kleine Spitze. Die Bedornung tritt auf diesem Stadium zum ersten Male auf.

Das letzte Stadium (Taf. I, Fig. 37) unterscheidet sich vom V. in bezug auf das Abdomen nur durch die gesteigerte Größe in Länge und Dicke, durch die stärkere, jetzt typische Bedornung (auch des letzten Thoraxringes) und das Sichtbarwerden der Genitalöffnung.

Auch das 5. Beinpaar (Taf. I, Fig. 43) ist auf dem VI. Stadium im ganzen kräftiger geworden, die B_2 haben die typische quadratische Form angenommen, und der rundliche Anhang des V. Stadiums, der wohl als rudimentärer Exopodit aufzufassen ist, hat sich unter Verschmelzung mit dem ebenfalls jetzt vergrößerten Dorn zu der normalen Klaue ausgewachsen, die am Ende mit feinen Dörnchen besetzt ist.

Dieselbe Entwicklung des V. und VI. Stadiums habe ich an Exemplaren von *Acartia bifilosa* (Ostsee, Terminfahrts-Station DO 11) beobachtet, für die bis ins einzelne genau dasselbe gilt wie für *Acartia Clausi*. Darunter war ein Tier im V. Stadium, dem bereits ein Spermatophor an der Genitalvorwölbung angeklebt war, ohne daß eine Genitalöffnung zu sehen wäre. (Wahrscheinlich handelt es sich um eine anormale Begattung, da ich auch ein auf dem V. Stadium befindliches *Temora*-Männchen fand, dem an der Grenze zwischen dem ersten und zweiten Abdominalgliede ventral ein Spermatophor anhaftete.) Vielleicht deutet dieser Umstand darauf hin, daß sich der Übergang vom V. zum VI. Stadium sehr schnell und ohne Häutung vollzieht. Dann müßte aber ein Wachstum der Chitinhülle möglich sein und zwar für das Abdomen bei *Acartia bifilosa* von 0,24 auf 0,30 mm (des ganzen Tieres von 0,99 auf 1,22 mm), bei *A. Clausi* von 0,27 auf 0,34 mm (des ganzen Tieres von 1,13 bis 1,43 mm). Das halte ich jedoch, nach den bisherigen Untersuchungen zu urteilen, für unwahrscheinlich. Außerdem steht der Größe nach das V. Stadium dem IV. näher als dem VI. Dafür, daß man berechtigt ist, bei *Acartia* noch 3 Stadien nach dem III. zu unterscheiden und diese mit dem IV., V. und VI. der andern Calaniden in Beziehung zu setzen, spricht nicht nur der Umstand, daß sich aus Größenmessungen deutlich drei verschiedene Gruppen ergeben, sondern auch ein Vergleich mit der Entwicklung des männlichen Abdomens.

Das III. Stadium (♂) von *Acartia Clausi* stimmt mit dem des Weibchens überein (Taf. I, Fig. 38). Auf dem IV. finden wir Segment eins, zwei und fünf vor, letzteres mit der auch beim Weibchen (IV) charakteristischen dorsalen Vorwölbung. Auf dem V. Stadium (Taf. I, Fig. 39) kommt das dritte Glied neu hinzu, während gleichzeitig die dorsale Vorwölbung am Analgliede des III. und IV. Stadiums größer wird und dieses fünfte Glied auch seitlich etwas mehr umfaßt. Zuweilen ist auf Stadium V an demselben Gliede auch ventral noch ein etwas kleinerer Wulst wie dorsal zu sehen; beide können auch durch einen schmalen Streifen bereits ineinander übergehen. Es scheint dies eine Vorbereitung für das neue Stadium unter der Hülle zu sein. Denn auf dem VI. Stadium ist das vierte Glied völlig vom fünften getrennt und hat eine sattelförmige Gestalt mit einem furkalwärts offenen Bogen. Auch hier ist die Analklappe wie beim Weibchen vom fünften Gliede getrennt und mit dem vierten verschmolzen.

Das fünfte Beinpaar (Taf. I, Fig 44) weicht bereits auf dem IV. Stadium von dem des Weibchens ab. In der Seitenlage des Copepoden erscheint es größer. Die B_2 sind noch undeutlicher von dem zu einem Stück verschmolzenen B_1 getrennt als beim Weibchen. Auf sie folgt beiderseits ein langgestreckter, blattförmiger Anhang, von denen nur der rechte am Ende eine kleine Spitze trägt. Die Fiederborste des linken B_2 ist auch hier stärker geschwungen, während die des rechten steif nach hinten absteht.

Auf dem V. Stadium (Taf. I, Fig. 45) sind sämtliche Glieder größer geworden. Die distalen Glieder sind in der Mitte leicht eingeschnürt. Unter der Hülle sind in dieser Gegend Trennungslinien im Gewebe zu sehen. Das linke, auch jetzt noch blattförmige Glied läuft in einen langen Dorn aus, das rechte, etwas längere distale Glied trägt eine kleine Spitze. Am Außenrande des linken und rechten Gliedes finden sich

Digitized by Google

in der distalen Hälfte je zwei feine Borsten, während das rechte auch am Außenrande der proximalen Hälfte in der Nähe der Einschnürung eine solche zeigt.

In den Grundzügen ist die Entwicklung von *Acartia longiremis*, soweit ich gesehen habe, dieselbe wie bei *Acartia Clausi*. Bis zum V. Stadium (inkl.) lassen sich diese beiden Arten nur nach der Größe unterscheiden, doch begegnet man hierbei der Schwierigkeit, daß man nicht ohne sehr viele Messungen die Grenzwerte für die Stadien aufstellen kann. Auch ist es nicht möglich, solche von allgemeiner Gültigkeit zu ermitteln, da auch die Maße der erwachsenen Individuen nach den Gegenden, in denen sie gefangen werden, beträchtlich schwanken. Es bedarf daher für jedes Gebiet, wo diese beiden Arten gleichzeitig auftreten, zunächst einer Untersuchung, in welchem Größenverhältnis die ausgewachsenen Tiere stehen. Soweit ich übersehen kann, ist *Acartia longiremis* in allen Stadien kleiner als *Acartia Clausi* desselben Gebietes und auf den gleichen Stadien.

Für das IV. Stadium ist noch erwähnenswert, daß das erste sichtbare Glied des weiblichen Abdomens durch eine Linie undeutlich geteilt erscheint und so als Verschmelzungsprodukt aus 2 Gliedern zu erkennen ist. Das 5. Beinpaar (♀), das dem von *Acartia Clausi* auf diesem Stadium in seiner äußern Form gleicht, trägt am Ende des dorsalen, rundlichen Anhanges einen Stachel, den ich bei *A. Clausi* nicht gesehen habe.

Das V. Stadium des Weibchens ist mir nicht zu Gesicht gekommen, doch wird es unzweifelhaft denselben Charakter tragen wie das von *A. Clausi*, da ja auch, wie schon erwähnt, für *A. bifilosa* dies der Fall ist. Das ausgewachsene Tier zeigt geringfügige Unterschiede in der Bedornung, die insofern interessant sind, als diese bestimmt lokalisiert erscheinen. So finden sich z. B. im Skagerrak Exemplare (♀ sowohl wie ♂), die am letzten Thoraxring statt des einen langen Stachels bald rechts, bald links zwei große, dicht nebeneinander stehende, kräftige Stacheln tragen. Die Individuen zeichnen sich durch besondere Größe aus. Auch am 5. Beinpaar des Männchens fand ich bei *Acartia longiremis* aus der nördlichen Nordsee (Stat. 26, 28) auf der hinteren Fläche des zweiten Basalgliedes des linken Beines einen längeren und einen kürzeren Stachel (Taf. I, Fig. 51), die bisher meines Wissens nicht beobachtet sind (vergl. Giesbrecht 10, Taf. 8, Fig. 32). Auch an Exemplaren aus der Ostsee (Stat. 11) fand ich sie. Ähnliche geringe Abweichungen, besonders in der Bedornung des 5. Beinpaares des Männchens, konnte ich auch bei *A. Clausi* feststellen, doch scheinen sie mir vorläufig nicht einer eingehenden Besprechung wert, da ich nicht genug Material daraufhin untersuchen konnte.

Das V. Stadium von *A. longiremis* (Taf. I, Fig. 47) ist auch durch morphologische Merkmale von *A. Clausi* unterschieden, da die auch auf diesem Stadium zuerst auftretende Bedornung bedeutend kräftiger ist als bei *A. Clausi*. Besonders auffallend sind die großen Stachein an der Rückseite des Analsegmentes, die dicht unter dem angelegten vierten Gliede, der sogenannten Analklappe, entspringen. An Stelle des Stachels am letzten Thoraxsegmente, der auf dem V. Segmente noch nicht so kräftig ist wie beim ausgewachsenen Tiere, habe ich zuweilen zwei ziemlich lange Härchen gesehen.

Am fünften Beinpaar (Taf. I, Fig. 48, 49), das dem von *A. Clausi* auf dem V. Stadium in seiner Gestalt gleicht, sind die Borsten, die auch hier in ähnlicher Anordnung vorhanden sind, zarter als bei *A. Clausi*, so daß sie sich meist der Beobachtung entzogen.

Die zur Unterscheidung der Stadien wichtigen Merkmale wird man auch ohne Gefahr auf *Acartia bifilosa* übertragen können, wie schon vorher der Vergleich der V. Stadien der Weibchen zeigte.

Die bisher nicht sonderlich beachteten Größenmessungen der verschiedenen Copepodit-Stadien einerseits und die Verteilung andererseits geben Anlaß zu biologischen Betrachtungen nach zwei Richtungen hin. 1. Legt ein Vergleich der verschiedenen Wachstumssprünge mit der relativen Häufigkeit der einzelnen Stadien die Möglichkeit nahe, einen Anhalt über die Entwicklungsdauer zu gewinnen, wenn man auch Einflüsse anderer Art auf die relative Häufigkeit berücksichtigt, eine Erwägung, die Gran (14) und Oberg (24) fruchtbar zu machen suchten; 2. fördert die Beachtung der Größe und der Verteilung der Stadien ein sicheres Urteil über die Verbreitung der Arten und ihre Abhängigkeit von den äußeren Verhältnissen, wie sich aus den Untersuchungen Hensens (16) und Nordquists (23) ergibt. Es wird dieses besonders wichtig für Mischgebiete, wie sie Ost- und Nordsee und ihre Verbindungsstücke, Kattegat und Skagerrak, aufweisen. Hier werden Messungen die exakten Zählungen quantitativer Fänge wesentlich unterstützen bei

Digitized by Google

der Untersuchung der Frage nach der Produktionsfähigkeit der einzelnen Arten in den verschiedenen Gebieten und Jahreszeiten und somit die Frage, ob die Arten in gewissen Gegenden als heimisch oder eingeschleppt zu betrachten sind.

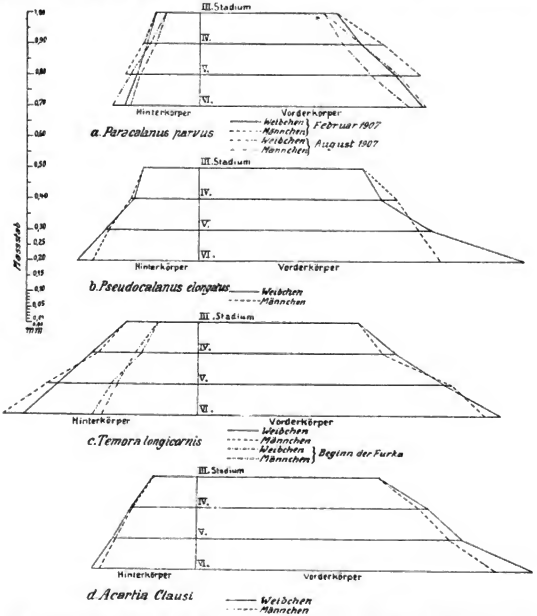


Fig. 7. Graphische Darstellung des Wachstums von *Paracalanus*, *Pseudocalanus*, *Temora*, *Acartia*. (Nach Tabelle 14—18.)

Horizontal: nach rechts und links von der Vertikalen: 1 mm der Zeichnung = 0,01 mm des Objektes.

Digitized by Google

Die vorliegenden Untersuchungen können jedoch nur in beschränktem Maße zur Lösung dieser Probleme beitragen, da einerseits das bearbeitete Material verhältnismäßig gering ist, andrerseits sich erst im Verlaufe der Untersuchung ein Arbeitsprogramm entwickelte, so daß nicht alle sich als wünschenswert herausstellenden Beobachtungen von vornherein gemacht werden konnten.

Wie bei Besprechung der morphologischen Merkmale der verschiedenen Stadien gehe ich auch bei der Aufstellung der Längenunterschiede vom III. Copepodit-Stadium aus. Morphologisch war eine Unterscheidung der Geschlechter auf diesem nicht möglich. Auch Größenmessungen werden kaum gestatten, zwei gut getrennte Gruppen von Männchen und Weibchen zu formieren, da auch beim IV. und V. Stadium die Unterschiede der Geschlechter z. T. noch verhältnismäßig gering sind. Ich habe mir daher nicht die Mühe gemacht, eine genügend große Anzahl von Messungen anzustellen, da dann auch noch der Nachweis durch Beobachtung der inneren Morphologie fehlen würde, ob wirklich die sich etwa herausstellenden, nach den Größen geordneten Gruppen einer Trennung von Männchen und Weibchen entsprechen.

In den vier vorhergehenden graphischen Darstellungen stellt die vertikale Linie die Grenze zwischen Vorder- und Hinterkörper dar; es scheint mir wesentlich, zu erfahren, welchen Beitrag jeder der genannten Körperabschnitte für sich zur Größenzunahme liefert. Zur Berechnung der Mittelwerte sind etwa je 3 bis 12 Messungen verwandt worden, von denen jedoch nur die extremen Werte in den Tabellen (14—18) aufgeführt sind.

Wie aus der graphischen Darstellung (Fig. 7) ohne weiteres ersichtlich ist, sind die Größenintervalle zwischen den verschiedenen Häutungen bei Individuen derselben Art nicht gleich, auch vollzieht sich der Wachstumsfortschritt bei den verschiedenen Arten nicht übereinstimmend. Daher werde zunächst für jede einzelne der Entwicklungsgang besprochen.

Tabelle 14.

Messungen an Exemplaren von *Paracalanus parvus* der August-Terminfahrt 1907. Nordsee, Station 15.

Stadium	Extreme Werte in mm		Mittelwerte in mm		Die Größenunterschiede zwischen den Stadien in $^1/_{100}$ mm (Differenzen zwischen Vorder- und Hinterkörper getrennt, durch ein + Zeichen verbunden, aufgeführt)	
	♀	♂	♀	♂	♀ Vdk. + Hik.	♂ Vdk. + Hik.
III	0,37 0,11 — 0,12 0,48	0,43 0,55	0,40 0,11 0,51			
					III auf IV 6 + 3	12 + 5
IV	0,44 — 0,48 0,14 — 0,14 0,58 — 0,62	0,49 — 0,54 0,14 — 0,18 0,63 — 0,72	0,46 0,14 0,60	0,52 0,16 0,68		
					IV auf V 9 + 5	12 + 6
V	0,52 — 0,57 0,18 — 0,18 0,70 — 0,75	0,55 — 0,73 0,20 — 0,23 0,75 — 0,96	0,55 0,19 0,74	0,64 0,22 0,86		
					V auf VI 13 + 3	(?) 9 + 6
VI	0,64 — 0,73 0,21 — 0,21 0,85 — 0,94	0,73 0,28 1,01	0,68 0,22 0,90	?		

Digitized by Google

Tabelle 15.

Messungen an Exemplaren von *Paracalanus parvus* der Februar-Terminfahrt 1907. Nordsee, Station 15.

Stadium	Extreme Werte in mm		Mittelwerte in mm		Die Größenunterschiede zwischen den Stadien in $^1/_{100}$ mm	
	♀	♂	♀	♂	♀ Vdk. + Htk.	♂ Vdk. + Htk.
III	0,44 0,43 — 0,44 0,57	0,44 0,44 0,58	0,44 0,44 0,58			
					III auf IV 8 + 3	15 + 4
IV	0,52 0,53 0,16 — 0,18 0,68 0,71	0,57 0,60 0,16 — 0,19 0,73 0,79	0,52 0,59 0,17 0,18 0,69 0,77			
					IV auf V 11 + 3	12 + 6
V	0,53 0,67 0,18 — 0,23 0,71 0,90	0,62 0,78 0,21 — 0,25 0,83 1,03	0,63 0,71 0,20 0,24 0,83 0,95			
					V auf VI 9 + 4	?
VI	0,69 0,75 0,23 0,27 0,92 1,02	?	0,72 0,24 0,96	?		

Im allgemeinen sei noch vorausbemerkt, daß die Schwankungen in der Größe z. T. recht beträchtlich sind, ganz abgesehen von den Unterschieden, die z. B. zwischen denselben Arten der Ost- und Nordsee bestehen, und zwar werden die Schwankungen um so größer, auf einer je höheren Entwicklungsstufe sich die Copepoden befinden. Wie bei den örtlich weit getrennt auftretenden Copepoden die verschiedenen Lebensbedingungen offenbar einen Einfluß auf die Größe ausüben (Nordquist, 23, p. 15), so liegt die Annahme nahe, daß auch die Größe von örtlich zusammenlebenden Copepoden von diesen abhängig sein wird, so daß mit ihrem Wechsel eine Änderung der Durchschnittswerte eintritt. Da nun in meinen Fängen nicht eine genügende Menge von *Paracalanus* sich vorfand, nahm ich für die Größenmessungen Exemplare aus Terminfahrtsfängen zu Hilfe, um gleichzeitig festzustellen, ob Schwankungen in den Mittelwerten auftraten. Es zeigt sich nun, daß *Paracalanus* im Februar durchschnittlich größer ist, als im August an derselben Nordseestation 15, wie im einzelnen aus den Tabellen 14 und 15 zu ersehen ist. Die Größenzunahme gestaltet sich folgendermaßen: Nach den Messungen der August-Exemplare weist der Vorderkörper des Weibchens den größten Wachstumssprung beim Übergang vom V. zum VI. Stadium auf. Die vorhergehenden Stadien zeigen ziemlich gleichmäßige Fortschritte, je um ungefähr dieselbe Differenz vermindert, wie der Unterschied zwischen dem V. und VI. Stadium beträgt. Die Hauptentwicklung erscheint also nach den letzten Stadien hin verlegt. Das Abdomen, das zwar auf dem Übergang vom IV. zum V. Stadium am meisten wächst, führt keine wesentliche Änderung herbei.

Beim Männchen dagegen schreitet die Entwicklung gleich anfangs am meisten fort, und zwar so, daß auf dem IV. Stadium das Männchen bereits größer ist als das Weibchen. Der Abstand scheint nach dem IV. Stadium hin geringer zu werden. Doch möchte ich das nicht als absolut sicher hinstellen, da ich nur ein erwachsenes Männchen im August fand. Der Hinterkörper des Männchens wächst naturgemäß besonders am Ende der Entwicklung stärker als am Anfang, da immer neue Ringe angelegt werden, unter gleichzeitigem Wachstum der alten. Dieser Umstand macht jedoch wenig aus für die Beurteilung des Wachstumsfortschritts des ganzen Tieres, der mit dem des Vorderkörpers also ungefähr parallel geht. Was nun die Größenserie des „Februar-*Paracalanus*" betrifft, so sehen wir schon, daß auf jedem Stadium sich ein größerer Mittelwert ergibt, sowohl beim Männchen (nur z. T. sicher) als auch beim Weibchen. Im Gegensatz zu vorher entwickelt sich ferner der Vorderkörper des Weibchens besonders stark beim Übergang vom III. zum IV. und V. Stadium, während für die Bildung des VI. Stadiums nur noch ein kleinerer Sprung übrig bleibt. Da aber vom III. bis V. Stadium die Entwicklung des „Februar-*Paracalanus*" mit der des

10*

Digitized by Google

„August-*Paracalanus*" trotzdem parallel geht (s. Fig. 7), so folgt daraus, daß bei ersterem nach dem V. Stadium die Entwicklung nicht mehr gleichen Schritt hält mit der vorhergehenden und im Vergleich zu der des „August-*Paracalanus*" unverhältnismäßig zurückbleibt. Daher weisen auch die erwachsenen Weibchen keinen so großen Unterschied auf wie die jüngeren Stadien. Für die Männchen gilt bis zum V. Stadium das gleiche; für das VI. bot mein Material keinen Anhalt. Auf die Einzelheiten möchte ich nicht genauer eingehen, da eine größere Reihe von Messungen doch Änderungen hervorrufen und mehr Gewähr für die Richtigkeit bieten würde. Auch Gran (14, p. 60) hat ähnlich durch Messungen für *Calanus finmarchicus* festgestellt, daß „im Sommer die verschiedenen Entwicklungsstufen jede für sich kleiner sind als im Frühling", und zwar fällt hier das stärkere Wachstum der Individuen mit der größeren Mengenentwicklung zusammen, da nach Grans Angaben (14, p. 57) *Calanus finmarchicus* im Winter weit seltener vorkommt, als im Sommer. Ein naheliegender Zusammenhang zwischen beiden Beobachtungen scheint ihm folgender zu sein (14, p. 64): „Eine Erhöhung der Temperatur beschleunigt die Entwicklung, ergibt aber kleinere Individuen; die einzelnen Schalenabstreifungen und die Geschlechtsreife treten nämlich dann schon mit kleineren Körperdimensionen ein." Bei *Paracalanus* würden dieselben Faktoren in gleichem Sinne wirken. Es fanden sich nämlich in den beiden Fängen (1907, Station DN 15), aus denen die oben angeführten Messungen stammen, dieselben Unterschiede in der Mengenentwicklung wie bei Gran: der Augustfang, der die kleineren Individuen besaß, enthielt $^1/_{20}$ seines auf 50 ccm gebrachten Volumens (die Probe wurde mit Hensens Stempelpipette von 2,5 ccm Inhalt entnommen) 150 *Paracalanus;* der Februarfang dagegen, in dem die größeren Individuen vorkommen, enthielt in demselben Maße gar keinen *Paracalanus*.

Ebenso führt van Breemen in seinem „Plancton van Noordzee en Zuidersee" (5, p. 72) für *Temorella affinis* Poppe und *hirundoides* Nordqu. für verschiedene Monate verschiedene Größen an, doch ohne genauere Angabe der quantitativen Verbreitung.

Eingehendere Größenmessungen, als sie an dem vorliegenden Material möglich waren, scheinen mir besonders für die westliche Ostsee nötig zu sein, da sie die quantitativen Untersuchungen bei der Beurteilung der Frage wesentlich unterstützen werden, ob *Paracalanus* in der Ostsee als heimisch zu betrachten sei oder nicht. Die Entscheidung hängt von dem Nachweis ab, daß er hier fortpflanzungsfähig und entwicklungsfähig sei. Dafür ist aber eine gewisse Bevölkerungsdichte notwendig, die durch Zählungen, besonders der geschlechtsreifen Tiere, festzustellen ist, und das Vorhandensein aller Entwicklungsstufen in einer Anzahl, die nicht allzusehr von den Verhältnissen der als heimisch nachgewiesenen abweichen darf. Die Eier sind nicht genügend bekannt, um mit Sicherheit festgestellt werden zu können. Von den Nauplien hat Oberg (24, p. 93) das jüngste Stadium niemals gefunden und nimmt daher an, daß *Paracalanus* in allen Entwicklungsstadien aus der Nordsee eingeführt werde und die ältesten am widerstandsfähigsten seien, daher häufiger als die jüngeren, die eventuell eben ganz fehlen (Nauplius-Stadium I). Leider kann ich nicht genügend umfangreiche, quantitative Angaben hierüber machen, da *Paracalanus* in meinen Ostseefängen außerordentlich spärlich war. Wenigstens sind alle Copepodit-Stadien angetroffen. Vielleicht gestatten Größenmessungen (neben den quantitativen Untersuchungen) einen Rückschluß auf das Gebiet, in dem sie die Entwicklung durchgemacht haben, da die Ostseearten ja nach Nordquist durchgehends kleiner sind, als dieselben Arten der Nordsee. Messungen an Exemplaren eines beliebig herausgegriffenen Ostseefanges der Terminfahrtsstation DO 4 aus dem November hatte folgendes Ergebnis: Die III. Stadien, die am häufigsten vertreten waren (abgesehen vom I. und II., die ich nicht berücksichtige), zeigen noch eine Durchschnittsgröße von 0,54 mm, die mit den Größen des Nordsee-*Paracalanus* (0,51 [August] und 0,58 [Februar]) ganz gut zusammenpaßt, während die ♀ und ♂ des IV. Stadiums meist schon unter dem Durchschnittswert des „Februar-*Paracalanus*" bleiben und mit dem Mittelwert des kleineren „August-*Paracalanus*" etwa übereinstimmen; die ausgewachsenen Weibchen bleiben sogar weit hinter dem Minimalwert (0,85 mm) des „August-*Paracalanus*" zurück. Daraus geht zunächst hervor, daß die meisten jüngeren Stadien verhältnismäßig größer sind als die älteren. Für erstere liegt also die Möglichkeit sehr nahe, daß sie von der Nordsee eingeschleppt sind, letztere könnten sich vielleicht auch aus solchen entwickelt haben, indem der schwächere Salzgehalt das Größenwachstum behinderte; doch ist es ebensogut denkbar, daß sie aus Eiern, die in der Ostsee abgelegt wurden, entstanden sind. Auffallenderweise fanden sich in dieser Stichprobe keine jüngeren Stadien, die weit unter dem Normalmaß blieben, aber auch keine

Digitized by Google

erwachsenen Tiere, die gleiche Größe wie die Nordseetiere hatten. Beide Befunde widersprechen sich zunächst noch, der erste macht die heimische Entwicklung unwahrscheinlich, der zweite aber die Einschleppung der erwachsenen Tiere in größeren Mengen aus der Nordsee, die also, hält man doch an der Einschleppung fest, vor ihrem Eintreffen in der Ostsee bereits abgestorben sein müßten. Leider konnte ich weitere Untersuchungen, besonders aus anderen Jahreszeiten, nicht anstellen. Doch scheinen mir solche für die Beantwortung der soeben berührten Frage wesentliche Stützpunkte zu liefern, vor allem, wenn auch Material aus dem Kattegat und Skagerrak berücksichtigt wird.

Tabelle 16.

Messungen an Exemplaren von *Pseudocalanus elongatus* aus der „Deutschen Bucht", April 1906.

Stadium	Mittelwerte in mm		Die Größenunterschiede der Stadien in $^1/_{100}$ mm	
	♀	♂	♀ Vdk. + Htk.	♂ Vdk. + Htk.
III	0,53 0,18 0,71		III auf IV 6 + 3	11 + 4
IV	0,59 0,21 0,80	0,64 0,22 0,86	IV auf V 16 + 9	7 + 7
V	0,75 0,30 1,05	0,71 0,29 1,00	V auf VI 40 + 9	7 + 5
VI	1,15 0,39 1,54	0,78 0,34 1,12		

Beim *Pseudocalanus*-Weibchen liegt der größte Unterschied zwischen dem V. und VI. Stadium, doch gilt dies nur vom Vorderkörper. Das Abdomen wächst vom V. zum VI. Stadium nur um dasselbe Stück wie vorher vom IV. zum V. Stadium. Wenn kräftiges Wachstum ein Zeichen für gutes Gedeihen ist, so muß dies besonders *Pseudocalanus* zugestanden werden, da er von den vier untersuchten Arten die größten Unterschiede zwischen den verschiedenen Stadien aufweist.

Das Männchen dagegen, das ähnlich wie bei *Paracalanus* vom III. zum IV. Stadium (verhältnismäßig aber nicht so stark) am meisten wächst und auf dem IV. Stadium das Weibchen noch an Größe übertrifft, bleibt von da ab an Größe hinter dem Weibchen zurück und wächst vom V. zum VI. Stadium sogar noch weniger als vom IV. zum V. Das Abdomen des Männchens ist zwar anders am Wachstum beteiligt als der Vorderkörper, indem es beim Übergang vom IV. zum V. Stadium den größten Sprung tut, ändert aber nichts Wesentliches an der Größenzunahme des ganzen Tieres, die eben hauptsächlich vom Vorderkörper abhängt.

Beim *Temora*-Weibchen (Vorderkörper) verläuft die Größenzunahme am gleichmäßigsten, indem das Intervall, vom III. zum IV. Stadium um 0,04 mm vermehrt, den Zuwachs vom IV. zum V. ausmacht und dieser wieder durch ein Plus von 0,03 mm die Differenz vom V. zum VI. ist.

Der Vorderkörper des Männchens bleibt auf dem IV. Stadium hinter dem des Weibchens zurück, ebenso auf dem VI. Stadium, während er auf dem V. größer ist als der des Weibchens. Daher ergibt sich für das Männchen die bei weitem größte Wachstumszunahme beim Übergang vom IV. zum V. Stadium. Der Hinterkörper zeigt im wesentlichen dieselbe Wachstumskurve wie der Vorderkörper, mit Ausnahme des Übergangs vom IV. zum V., zum VI. Stadium des Männchens, wo sowohl die Abdominalglieder als auch besonders die Furka so sehr im Wachstum überwiegen, daß das Männchen, als Ganzes gemessen, das Weibchen auf dem V. und VI. Stadium etwas an Größe übertrifft.

Digitized by Google

Tabelle 17.

Messungen an Exemplaren von *Temora longicornis* aus der „Deutschen Bucht", April 1906.

Stadium	Mittelwerte in mm		Die Größenunterschiede der Stadien in 1/100 mm		
	♀	♂		♀ Vdk. + Htk.	♂ Vdk. + Htk.
III	0,52 0,13 } Ab- 0,10 } domen [1] 0,75				
			III auf IV	12 + 11	8 + 9
IV	0,64 0,20 } 0,14 } 0,98	0,60 0,18 } 0,14 } 0,92			
			IV auf V	16 + 11	22 + 17
V	0,80 0,26 } 0,19 } 1,25	0,82 0,28 } 0,21 } 1,31			
			V auf VI	19 + 10	11 + 14
VI	0,98 0,31 } 0,25 } 1,54	0,93 0,34 } 0,29 } 1,56			

[1] Abdomen = Ringe + Furka.

Tabelle 18.

Messungen an Exemplaren von *Acartia Clausi* aus der „Deutschen Bucht", April 1906.

Stadium	Mittelwerte in mm		Der Größenunterschied der Stadien in 1/100 mm		
	♀	♂		♀ Vdk. + Htk.	♂ Vdk. + Htk.
III	0,59 0,14 0,73				
			III auf IV	16 + 7	14 + 7
IV	0,75 0,21 0,96	0,73 0,21 0,94			
			IV auf V	11 + 6	9 + 5
V	0,86 0,27 1,13	0,82 0,26 1,08			
			V auf VI	23 + 7	15 + 5
VI	1,09 0,34 1,43	0,97 0,31 1,28			

Beim *Acartia*-Weibchen findet sich wiederum der größte Sprung vom V. zum VI. Stadium, der kleinste vom IV. zum V., so daß also das V. Stadium dem IV. näher steht als dem VI., ein Umstand, der dafür spricht, daß das vorher beschriebene V. Stadium trotz seiner morphologischen Ähnlichkeit mit dem VI. sehr wohl als selbständiges aufgefaßt werden kann, obgleich ich nicht direkt nachzuweisen vermag,

Digitized by Google

daß eine Häutung zwischen den genannten Stadien vor sich geht. Die Größenentwicklung des Abdomens ändert nichts Wesentliches an den Wachstumsverhältnissen beim Weibchen.

Der Vorderkörper des Männchens verändert sich relativ in ungefähr gleichem Maße wie beim Weibchen, doch bleibt er, absolut genommen, vom IV. Stadium an hinter dem des Weibchens zurück, besonders beim Übergang vom V. zum VI. Stadium. In gleicher Weise werden auch die Längenunterschiede des männlichen Abdomens gegen die des weiblichen von Stadium zu Stadium größer zu gunsten des Weibchens, so daß also vom IV. Stadium an das Männchen kleiner ist als das Weibchen.

b) Die quantitative Verteilung der verschiedenen Entwicklungsstufen.

Über die Verteilung der verschiedenen Stadien von *Paracalanus* läßt sich kein klares Bild gewinnen, da dieser Copepode in meinen Fängen (April 1906) nur sehr spärlich vertreten war. Im Kattegat (Stat. 13 und 14) herrschten die Stadien IV und V vor, darunter meist die Weibchen, während die jüngeren Stadien und die erwachsenen Tiere verhältnismäßig wenig zu finden waren. In der Deutschen Bucht (Stat. 37), wo *Paracalanus* etwas reichlicher vorkam, überwogen die Stadien I bis III um ein geringes. An den andern Stationen waren auch geschlechtsreife Weibchen und z. T. Männchen in einigen Exemplaren vertreten.

Berechnet man die Zahlresultate der III. bis VI. Stadien desselben Fanges in %, so ergibt sich für *Pseudocalanus* an Station 14 folgendes:

In 1 cbm Wasser befanden sich von

Stadium	in 75—30 m	30—10 m	10—5 m	5—0 m Tiefe
III	10,0 %	25,5 %	43,8 %	53,3 %
♀ IV—V	6,4 %	16,6 %	15,3 %	18,1 %
♂ IV—V	6,4 %	11,8 %	31,4 %	20,9 %
♀ VI	59,1 %	37,2 %	5,1 %	3,1 %
♂ VI	18,1 %	8,8 %	4,4 %	4,6 %
	100,0	99,9	100,0	100,0

(Berechnet aus Tabelle C.)

Es zeigt sich deutlich, daß das III. Stadium von Schicht zu Schicht, vom Boden nach der Oberfläche gerechnet, in immer größer werdender Menge vorhanden ist.

Auch die Stadien I und II, die für *Pseudocalanus* mit denen von *Acartia, Centropages* und *Paracalanus* zusammengezählt sind, nehmen nach der Oberfläche hin bedeutend an Zahl zu[1]). Die Beurteilung der Menge der jüngsten *Pseudocalanus*-Stadien wird dadurch aber nicht wesentlich geändert, daß sie nicht von den andern gesondert gezählt sind, denn es handelt sich meist nur um *Pseudocalanus*. Höchstens könnte in der 5—0 m-Schicht, nach den III. bis VI. Stadien zu urteilen, etwa 1/3 der Copepoditen I und II auf *Acartia, Centropages* und *Paracalanus* kommen, so daß dann allerdings an *Pseudocalanus* in der obersten Schicht relativ vielleicht etwas weniger vorhanden sein könnte.

Die Stadien IV—V sind nach oben zu ebenfalls stärker vertreten, wobei für die Männchen das Maximum bereits in der 10—5 m-Schicht liegt.

Die erwachsenen Tiere dagegen sind unten verhältnismäßig häufiger, und zwar nimmt bei den Weibchen der Prozentsatz in den obersten 10 m besonders stark ab. Den absoluten Zahlen nach verteilen sich die geschlechtsreifen Weibchen mehr auf die mittlere Schicht von 30—5 m, ebenfalls die Männchen,

[1]) Da zunächst die sichere Unterscheidung der jüngsten Stadien von *Pseudocalanus, Paracalanus, Centropages* und *Acartia* während des Zählens mir Schwierigkeiten machte, habe ich die Trennung der Arten nicht durchgeführt, zumal die drei letztgenannten Arten vom III. Stadium ab verhältnismäßig wenig vertreten waren, also auch ihre jüngsten Stadien im Verhältnis zu denen von *Pseudocalanus* meist keine große Bedeutung gewinnen.

Digitized by Google

diese jedoch mit einem kleinen Übergewicht nach den obersten Wasserschichten zu. Der hohe Prozentsatz an erwachsenen Tieren in den untersten Schichten von 75—30 m ist daher nicht so sehr dadurch bedingt, daß hier für die Fortpflanzung besonders günstige Bedingungen seien, als vielmehr dadurch, daß die jüngeren und jüngsten Stadien so wenig in den tieferen Schichten vertreten sind, daß sie an Zahl nur einen kleinen Bruchteil der Erwachsenen erreichen.

Stadium	13—5 m	5—0 m
III	15,8 %	21,8 %
♀ IV—V	21,1 %	25,4 %
♂ IV—V	21,1 %	25,6 %
♀ VI	29,0 %	20,3 %
♂ VI	13,1 %	6,8 %
	100,1	99,9

(Berechnet aus Tabelle C.)

Ähnliche Verhältnisse ergeben sich für *Pseudocalanus* an Station 15, wie die nebenstehende Tabelle zeigt, doch sind die Schwankungen nicht so bedeutend. Gleichzeitig ist die Bodentiefe hier aber nur 13 m, so daß wir im Vergleich zu Station 14 in gewissem Sinne überhaupt nur eine Oberflächenschicht vor uns haben. Die physikalischen Verhältnisse, auf die ich später im Zusammenhang mit der Verbreiterung der Copepoden noch eingehend zu sprechen komme, sind hier auch viel gleichmäßiger.

Soweit die Untersuchungen sich auf das Kattegat erstrecken, tritt im allgemeinen immer ungefähr dieselbe Verteilung der Stadien hervor:

Station 13.

Stadium	49—30 m	30—15 m	15—5 m	5—0 m
III	0,0 %	0,0 %	0,0 %	75,2 %
♀ IV—V	53,2 %	41,7 %	77,6 %	
♂ IV—V	5,1 %	14,1 %		17,9 %
♀ VI	31,6 %	33,3 %	17,2 %	4,9 %
♂ VI	10,1 %	10,9 %	5,2 %	2,0 %
	100,0	100,0	100,0	100,0

(Berechnet aus Tabelle C.)

Wenn wir z. B. noch die vorstehende prozentische Berechnung von Station 13 betrachten, die zur Tiefe von 30 m auch in bezug auf Salzgehalt und Temperatur mit 14 übereinstimmt, so finden wir z. T. zwar Abweichungen in der Verteilung der Stadien von der bei Station 14, doch bleibt sie in den Grundzügen dieselbe. Auffallend ist das übereinstimmende starke Überwiegen der mittleren Stadien der Männchen (IV—V) in der 15—5 m- (Stat. 13) bezw. 10—5 m-Schicht (Stat. 14) den gleichen Stadien der Weibchen gegenüber. Bei einem Vergleich mit den andern Stadien wäre zu berücksichtigen, daß unter IV—V zwei Stadien vereinigt sind.

Station 15.

Stadium	24—5 m	5—0 m
III	24,8 %	22,5 %
♀ IV—V	22,2 %	25,0 %
♂ IV—V	20,9 %	37,5 %
♀ VI	22,2 %	12,5 %
♂ VI	9,8 %	2,5 %
	99,9	100,0

(Berechnet aus Tabelle C.)

Die in der Deutschen Bucht gelegene Station 37, die ebenso wie 15 eine Wassersäule von gleichem Salzgehalt von unten bis oben aufweist, zeigt auch nur geringe Schwankungen in der prozentischen Zusammensetzung der Stadien wie vorher Station 37.

Im übrigen gilt auch hier das vorher von Fall zu Fall Konstatierte. Abweichend tritt das III. Stadium in der 5—0 m-Schicht etwas zurück, während allerdings die jüngsten Stadien (I und II) reichlich doppelt so zahlreich in den oberen Schichten vorhanden sind wie in den unteren.

Als Folgerung allgemeiner Natur ergibt sich also, daß die jüngeren Stadien von *Pseudocalanus* die oberen Wasserschichten bevorzugen und die älteren etwa in einer Tiefe von 20—5 m am häufigsten anzutreffen sind. Ob die Beobachtung, daß die physikalische Gleichmäßigkeit der Wassersäule mit gleichmäßigerer prozentischer

Digitized by Google

Verteilung der Stadien parallel geht, einen kausalen Zusammenhang zwischen beiden anzeigt, muß noch unentschieden bleiben. Unzweifelhaft sind aber außerdem noch manche Einflüsse vorhanden, deren Wirkung sich im einzelnen nicht aus den vorliegenden Untersuchungen erkennen läßt.

Leider geben die Zählungen für *Temora* und *Oithona* kein so klares Bild. Ersterer Copepode kommt z. T. nur ganz vereinzelt in den Fängen vor, so daß wegen zu großer Lücken ein Zusammenhang zwischen den Stadien nicht zu erkennen ist. Die größte Anzahl geschlechtsreifer Männchen und Weibchen fand sich im Kattegat an Stat. 12 in der obersten (5—0 m-) Schicht. Ebenso überwogen diese, wenn auch nicht in so starkem Maße an Station 13 und 32 unter gleichzeitiger Zunahme der jüngeren Stadien. An den übrigen Stationen scheinen überhaupt die tieferen Schichten bevorzugt zu werden. Naturgemäß waren die jüngeren Stadien meist am zahlreichsten vertreten.

Für *Oithona similis*, die in fast allen Fängen recht zahlreich war, bot sich in der Unterscheidung der Stadien die Schwierigkeit, daß besonders die älteren männlichen und weiblichen Stadien nicht immer gut bei der Zählung auseinander zu halten waren, da die einzelnen Abdominalsegmente bei schwächerer Vergrößerung nicht deutlich genug zu erkennen sind. Im allgemeinen scheint trotz dieser Unsicherheit in den Einzelheiten aus den Zählungen hervorzugehen, daß die jüngsten Stadien in den mittleren Schichten in größerer Menge vorhanden sind, während die geschlechtsreifen Tiere, besonders die eiertragenden Weibchen, in den oberen Schichten zahlreich sind, soweit nicht *Oithona*, z. B. in der östlichen Ostsee, überhaupt von der Oberfläche verschwunden ist.

Abweichend verhalten sich auch *Acartia bifilosa* und *longiremis*, die in der 5—0 m-Schicht ebenfalls in den älteren Stadien und als geschlechtsreife Tiere sehr häufig sind und naturgemäß sein müssen, da im tieferen Wasser von etwa 5 m ab die Zahl dieser beiden *Acartia*-Arten bedeutend abnimmt, soweit die Beltsee, das Kattegat und die Nordsee in Betracht kommen. Dagegen zeigt *Acartia Clausi* in dem ihr besonders eigenen Gebiet (Stat. 37) wieder das für *Pseudocalanus* konstatierte Verhalten.

Bisher wurden nur die Copepodit-Stadien berücksichtigt; es fehlt also zum Verständnis des ganzen Lebensganges der Copepoden noch die Beobachtung der Eier und Nauplien und die Feststellung der Beziehungen zwischen allen Entwicklungsstufen.

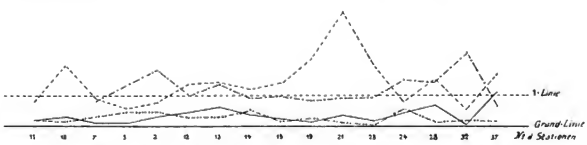
Nach Hensens Vorgang sind im folgenden die Verhältnisse der Nauplien und Copepoden zu den Eiern und der Copepoden zu Nauplien berechnet, Quotienten, die, wie aus Hensens Darstellungen hervorgeht, manchen Einblick in die Biologie der Copepoden gestatten. Außerdem konnte ich noch auf Grund speziellerer Untersuchungen, als sie Hensen vorlagen, die Verhältnisse der älteren Copepodit-Stadien IV—VI zu den jüngeren I—III hinzufügen. Die Zahlen beziehen sich auf 1 qm Oberfläche.

Tabelle 19.
(Zusammengestellt aus Tabelle A und C.)

Station	11	10	7	5	2	12	13	14	15
Tiefe in m	106	93	43	21	31	28	49	75	13
Copepoden-Eier	200 000	160 000	320 000	460 000	470 000	280 000	320 000	480 000	150 000
Copepoden-Nauplien	140 000	300 000	280 000	250 000	350 000	380 000	440 000	560 000	220 000
Copepoden	39 000	49 000	43 000	61 000	150 000	130 000	200 000	170 000	34 000
Quotient: $\frac{\text{Nauplien}}{\text{Eier}}$	0,7	1,9	0,87	0,54	0,74	1,35	1,4	1,2	1,4
Quotient: $\frac{\text{Copepoden}}{\text{Nauplien}}$	0,28	0,16	0,15	0,24	0,43	0,34	0,45	0,29	0,15
Quotient: $\frac{\text{Copepoden}}{\text{Eier}}$	0,20	0,31	0,13	0,13	0,32	0,46	0,63	0,35	0,23
Quotient: $\frac{\text{Copepodit-Stad. IV—VI}}{\text{Copepodit-Stad. I—III}}$	18,5	7,7	0,82	1,3	1,8	1,03	1,36	0,92	1,0
Copepodit-Stadium IV—VI	37 000	43 000	20 000	35 000	94 000	64 000	114 000	83 000	17 000
Copepodit-Stadium I—III	2 000	5 000	24 000	27 000	52 000	62 000	84 000	90 000	17 000

Digitized by Google

Station	19	21	23	24	28	32	37
Tiefe in m	191	87	107	109	238	42	24
Copepoden-Eier	250 000	130 000	39 000	670 000	120 000	200 000	160 000
Copepoden-Nauplien	550 000	460 000	78 000	470 000	180 000	110 000	270 000
Copepoden	43 000	48 000	7 000	250 000	85 000	17 000	180 000
Quotient: $\frac{\text{Nauplien}}{\text{Eier}}$	2,2	3,7	2,0	0,8	1,5	0,56	1,7
Quotient: $\frac{\text{Copepoden}}{\text{Nauplien}}$	0,078	0,10	0,09	0,53	0,47	0,15	0,67
Quotient: $\frac{\text{Copepoden}}{\text{Eier}}$	0,17	0,37	0,18	0,44	0,71	0,085	1,1
Quotient: $\frac{\text{Copepodit-Stad. IV—VI}}{\text{Copepodit-Stad. I—III}}$	0,72	0,78	0,97	1,5	1,46	2,4	0,67
Copepodit-Stadium IV—VI	18 000	21 000	3 600	150 000	51 000	12 000	74 000
Copepodit-Stadium I—III	25 000	27 000	3 700	100 000	35 000	5 000	110 000



——— = Quotient Copepoden: Eier; 1 mm vertikal = 0,1 Copepode auf 1 Ei.
– – – – = „ Nauplien: Eier; 1 „ „ = 0,1 Nauplius „ 1 „
—·—·— = „ Cop.-Stadium IV—VI: Cop.-Stadium I—III; 1 mm vertikal = 0,1 Cop.-Stad. IV—VI auf 1 Cop.-Stad. I—III
– – – – = Absolute Eizahl; 1 mm vertikal = 100000 Eier unter 1 qm Oberfläche.

Fig. 8. Graphische Darstellung der Angaben in Tabelle 19.

Copepoden-Eier waren im allgemeinen recht häufig vorhanden, wenn man diese relative Bezeichnung zu den bisherigen Zählungen in Beziehung setzt. Gleichzeitig werden wir auch dabei sehen, daß unter Berücksichtigung von Befunden aus verschiedenen Jahreszeiten die vorliegenden Eizahlen, die im März-April gewonnen wurden, sich mehr den sonst im Mai konstatierten Verhältnissen nähern als den im Februar beobachteten. So wissen wir nach Drivers Zahltabellen (9), daß in der Ostsee z. B. an Station DO 2 (1905) einer Zahl von 30000 Eiern unter 1 qm im Februar eine solche von 450000 im Mai gegenübersteht. Nach Apstein sind im Mai 1903 an derselben Station sogar 1300000 gefunden, während für den Februar gar keine aufgezeichnet sind. (Vielleicht wurden sie aus bestimmten Gründen nicht gezählt.) Aber unter *Xanthidium hystrix*, das später von Lohmann als *Centropages*-Ei erkannt wurde, ergaben sich nach Apstein für Februar 8000 Eier, für Mai 450000 Eier unter 1 qm an Station DO 2. Auch nach Hensens Zählungen (16, p. 45) steigern sich die Zahlen für die Copepoden-Eier von Februar über März nach Mai

Digitized by Google

von 98900 bis 264400 bis 269500. Für die Nordsee liegen keine Vergleichszählungen in Apsteins Tabellen vor, abgesehen von Zahlen für *Oithona*-Eier und *Xanthidium hystrix (Centropages*-Eier). Heusen (16) hat zwar die Eier gezählt, befürchtete aber besonders in den Fängen der Nordsee und des Ozeans eine Beimischung von Eiern und z. T. eiähnlichen Ruhezuständen anderer Organismen, die sich bis jetzt nicht sicher von Copepoden-Eiern unterscheiden lassen. Im allgemeinen wird man nicht fehlgehen, wenn man die dunklen, kugeligen Eier mit mehr oder weniger abstehender Membran[1]) oder schwachhöckeriger Schale (bis zu einer Größe von 0,17 mm, die nach Grobben [15] die Eier von *Calanus finmarchicus* haben) mit den Copepoden in Zusammenhang bringt. Hierfür spricht auch die Ähnlichkeit dieser isoliert anzutreffenden Eier mit den zu Ballen zusammenklebenden, zuweilen noch dem Copepoden-Weibchen an der Genitalölfnung anhaftenden Eiern. Solche Ballen fanden sich an *Pseudocalanus, Temora* und besonders *Eurytemora* (nach Giesbrecht [10] nie bei *Acartia* und *Centropages).* Doch kommen diese Fälle im Vergleich zu *Oithona* nur selten vor, so daß wahrscheinlich an den erstgenannten Copepoden die Eiballen nicht sehr fest und lange anhaften und nach der Lostrennung auch bald in die einzelnen Eier zerfallen. Daß dies erst während des Netzfanges oder infolge der Konservierung geschieht, ist im Hinblick auf die Verhältnisse bei *Oithona* nicht gut anzunehmen: Im März-April fand ich diese Ballen (mit großen Eiern) nur im Kattegat; solche mit kleinen Eiern hafteten den Harzakticiden und Cyklopiden an (Station 13 und 14), wurden aber isoliert nicht gefunden. Unter den Eiern an den Stationen der südöstlichen Nordsee kamen vereinzelt Eier mit breiter, stark mit Fremdkörpern besetzter Gallerthülle vor, die vielleicht nicht von Copepoden stammen. Ich habe sie leider nicht getrennt von den Copepoden-Eiern gezählt, doch lieferten sie keinen wesentlichen Beitrag zu der Eizahl. Durch ihr massenhaftes Auftreten aber an den dicht vor der Elbmündung gelegenen Stationen A, B, C wurde ich bei einer späteren Bearbeitung von Planktonmaterial aus dieser Gegend erst auf sie mehr aufmerksam und habe sie (18) als „Ei mit Gallerthülle" besonders aufgeführt, weil sie so sehr vom Typus der Copepoden-Eier abweichen und auch nicht ähnliche Gebilde an Copepoden haftend gefunden wurden. Es könnten wegen der Kleinheit der Eier höchstens Küstenharzakticiden als Muttertiere in Betracht kommen. Unmöglich ist ja nicht, daß sie nach der Trennung vom Copepoden eine andere Gestalt annehmen, wie z. B. die *Centropages*-Eier. Doch müßte dafür erst der Nachweis erbracht werden. Vorläufig scheinen sie mir als Copepoden-Eier ausscheiden zu müssen.

Nach den vorliegenden Fängen zeigt sich eine Abnahme der Eier in der Ostsee von Station 2 (470000) in östlicher Richtung bis Station 11 (200000), wie sie auch sonst zu anderen Jahreszeiten meist beobachtet wurde. In der Mitte des Kattegats (Station 14) haben wir ungefähr dieselbe Anzahl wie an Station 2 der westlichen Ostsee, während am Ausgang des Sundes (Station 12) und Kattegats (Station 15) bedeutend weniger vorhanden sind. Das Kattegat und die Nordsee zeigen sonst im allgemeinen keinen auffallenden Unterschied von den Zahlen der westlichen Ostsee, bis auf Station 23, wo mit 39000 unter 1 qm überhaupt die wenigsten gefunden wurden. Station 24 weist mit 570000 die absolut höchste Eierzahl auf. Der Unterschied zwischen diesen verhältnismäßig nahe beieinander liegenden Stationen tritt also auch in dieser Beziehung stark hervor, wie wir schon vorher bei Besprechung der allgemeinen Verhältnisse gesehen haben und auch später bei der Faunistik noch finden werden.

Auch die Nauplien sind meist in einigen 100000 vorhanden. In ihrem Verhältnis zu den Eiern zeigen sich Schwankungen von 0,54 bis 3,7 Nauplien auf 1 Ei, und zwar finden wir die höchsten Quotienten bei verhältnismäßig geringer absoluter Eizahl; z. B. an Station **10** ist der Quotient 1,9 bei 160000 Eiern, an Station **21** 3,7 bei 13000, ähnlich auch an Station **28** und **37**. Diese Abhängigkeit scheint anzudeuten, daß besonders viele Nauplien ausgeschlüpft und in der Entwicklung begriffen sind, ohne daß eine Zufuhr neuer Eier in nennenswerter Masse erfolgte. Ebenso ist an Station **19** dieser Quotient recht hoch (2,2), obgleich die Eizahl schon 250000 beträgt, nähert sich also noch ziemlich den soeben hervorgehobenen Verhältnissen. Dem Quotienten (2,0) nach gehört ferner noch Station **23** hierher, doch sind die absoluten Zahlen für beide Faktoren bedeutend kleiner.

Die Quotienten der andern Stationen halten sich alle unter 1,5. Bemerkenswert sind darunter diejenigen, wo der Quotient unter 1,0 heruntergeht, also mehr Eier als Nauplien vorhanden sind. Dies

[1]) Einige Copepoden-Eier besitzen nach Grobben (15) eine äußere Schicht durchsichtigen Dotters.

Digitized by Google

ist an den Stationen 2, 5, 7, 11, 24 und 32 der Fall, und zwar hängt der Quotient von verhältnismäßig hoher Eizahl ab; an und für sich könnte er auch dadurch bedingt sein, daß die Nauplien im Verhältnis zu den andern Stationen weniger wären. Auf den ersten Blick scheint dies an Station 32 der Fall zu sein, doch sehen wir, daß hier die Zahlen für alle Entwicklungsstufen verhältnismäßig gering sind.

Der Quotient Nauplien : Eier läßt also, auf die absolute Eizahl bezogen, eine Abhängigkeit von der Art erkennen, daß, je mehr Eier vorhanden sind, um so weniger Nauplien und umgekehrt. Natürlich tritt dies nicht immer so deutlich hervor, wie an den Stationen 12, 13, 14, 15, wo der Quotient sich zwischen 1 und 1,5 bewegt.

Im Zusammenhang mit den andern Entwicklungsstufen komme ich noch näher auf die Bedeutung dieser Verhältnisse zu sprechen.

Die Eier weisen in der 5—0 m-Schicht meist höhere Zahlen auf als in den tieferen, wie auch nach den bisherigen Untersuchungen zu erwarten war, abgesehen von den Stationen, wo die oben und unten stark verschiedenen physikalischen Verhältnisse auch auf die erwachsenen Copepoden ihren Einfluß dahin geltend machten, daß die unteren Schichten bevorzugt wurden; so z. B. in der Ostsee an Station 5 und 7, wo *Pseudocalanus* und *Oithona* unten häufiger sind als oben. In der östlichen Ostsee dagegen (Station 10, 11) sind die Eier an der Oberfläche wieder häufiger. Die *Centropages*-Eier sind auch an Station 5 oben häufiger, entsprechend der Verteilung von *Centropages*. Im Kattegat bildet die Station 12 solche Ausnahme wie an Station 5 und 7, indem gleichzeitig *Pseudocalanus* in dem Fang von 21—5 m häufiger ist als in dem von 5—0 m.

Die Nauplien sind dagegen in der 5—0 m-Schicht ausnahmslos bedeutend häufiger als in den darauffolgenden unteren Schichten. Vielleicht geht man nicht in der Annahme fehl, daß die Nauplien, die aus den in den mittleren Schichten (10—30 m) abgelegten Eiern ausschlüpfen, allmählich sich der Oberfläche nähern, um dort ihre erste Entwicklung durchzumachen. Nehmen wir an, ein Nauplius würde nur seine eigene Länge (etwa 0,5 mm) in einer Sekunde zurücklegen (in Wirklichkeit wird es mehr sein) und in einem Winkel von nur 15° allmählich ansteigen, dabei etwa 12 Tagstunden die Richtung dem Lichte zu nehmen, so könnte er eine vertikale Strecke von 30 m in 5 Tagen sich erheben. Ich führe diese schätzungsweise Berechnung an, um der Möglichkeit der Annahme einige Wahrscheinlichkeit zu geben, obgleich ich mir wohl bewußt bin, nicht mit Daten zu rechnen, die sich aus Beobachtungen als sicher herausgestellt haben, weshalb ich auch die Bedingungen für die Geschwindigkeit der Wanderung möglichst ungünstig gewählt habe. Vielleicht vollzieht sich dieser Vorgang schneller. In gleichem Sinne, wie die Zählungen mir anzudeuten scheinen, äußert sich Giesbrecht im biologischen Teil seiner Copepoden-Fauna des Golfes von Neapel (11, p. 808) folgendermaßen: „Die pelagischen Copepoden lassen zum größten Teile ihre Eier fallen; diese haben, soweit ich beobachtete, ein größeres spezifisches Gewicht als das Wasser und sinken daher unter; während des Sinkens machen sie ihre Embryogenese durch; sobald der Nauplius aber ausschlüpft, macht er Kehrt und beginnt wieder aufwärts zu steigen: ich habe bisher noch keinen Copepodit-Nauplius gesehen, der im Glase nicht die hellbeleuchteten Teile des Wassers aufgesucht hätte; auch die Nauplien von Spezies tun es, deren erwachsene Tiere keine sonderliche Liebe zum Licht verraten. Der Nauplius kann seiner Neigung, aufwärts zur Lichtquelle zu steigen, sich unbeirrt hingeben, da er von der Mutter her zunächst noch mit Nährmaterial versehen ist und also nicht auf Nahrungsjagd zu gehen braucht. Diese ontogenetische Vertikalwanderung wird von allen Copepodenspezies, die keine Eiersäcke bilden, ausgeführt". Vielleicht könnten Zählungen von Schließnetzlängen hierüber Aufschluß oder einen Anhalt geben, die unter Berücksichtigung der Altersstufen und der Artzugehörigkeit der Nauplien gemacht sind.

Ein Umstand macht jedoch die Schlußfolgerungen aus den oben angeführten Quotienten unsicher, indem nämlich die Eier und Nauplien aller Arten zusammen in Betracht gezogen sind. Dies verwischt besonders dann die wirklichen Verhältnisse, wenn nicht alle Arten ungefähr gleichmäßig beteiligt sind oder wenigstens die größten Zahlen sowohl der Eier wie Nauplien denselben Arten angehören. Leider war es mir nicht möglich, wie schon oben erwähnt, meine Untersuchungen in dem hierfür erforderlichen Maße zu spezialisieren. Einige Beispiele aus der Ostsee, in denen dies geschehen ist, mögen folgen:

Digitized by Google

Tabelle 20.

	Acartia	*Pseudo-calanus*	*Temora*	*Centro-pages*	*Oithona*	Station
Nauplien	200 000	28 000	22 500	26 800	—	7
Eier	292 000			30 400	—	
Nauplien	74 000	38 400	2 400	einige	179 200	10
Eier	122 400			7 200	32 800	
Nauplien	116 400	1 600	16 000	3 200	—	11
Eier	190 800			einige	—	
Quotient: Nauplien / Eier	0,86			0,88	—	7
	0,94			?	5,4	10
	0,7			- ?	—	11

An Station 10 ergibt sich als Quotient für *Oithona* 5,4 für die übrigen 0,94. Der in der allgemeinen Tabelle 19 stehende Quotient 1,94 ist also einerseits (für *Acartia, Pseudocalanus* und *Temora)* zu groß, andrerseits (für *Oithona)* viel zu klein. Auch für die drei erstgenannten Copepoden dürfte der Quotient 0,94 nicht genau genug der Wirklichkeit entsprechen, da deren Nauplien sich verhalten wie 30,8 : 16,7, also bedeutende Unterschiede aufweisen, so daß die zugehörigen Eier, die sich noch nicht unterscheiden lassen, wohl kaum im richtigen Verhältnis zur Bildung dieses Quotienten beigetragen haben. An Station 7 kommen auf 1 *Centropages*-Ei 0,88 *Centropages*-Nauplien. Dieser Quotient stimmt mit dem allgemeinen (0,87) ganz gut überein. Für die übrigen drei Copepoden *(Oithona* kam nicht vor) ergibt sich als Quotient Nauplien: Eier 0,86. Die zu *Acartia, Pseudocalanus, Centropages* und *Temora* gehörenden Nauplien verhalten sich der Reihe nach wie 8 : 1,2 : 1,2 : 1; da der Quotient 0,86 ungefähr auch wieder derselbe ist und die Nauplien der einzelnen Arten (mit Ausnahme der von *Acartia)* von der Anzahl der *Centropages*-Nauplien nicht bedeutend abweichen, so kann man wohl schließen, daß die Eier von *Acartia, Pseudocalanus* und *Temora,* deren Gesamtzahl wir nun kennen, etwa in gleichem Verhältnis zueinander stehen wie die Nauplien. Ein Vergleich von Station 7 und 10 zeigt also, daß für *Acartia, Pseudocalanus, Temora* und *Centropages* zusammengenommen die Quotienten 0,86 bezw. 0,94 nicht sehr voneinander abweichen. Auch der für dieselben Arten gebildete Quotient (0,7) an Station 11 zeigt ungefähr das gleiche Verhältnis von Nauplien und Eiern, wie an den beiden anderen Stationen. Wieweit im Kattegat und in der Nordsee die eventuell verschiedene Beteiligung der Arten von Einfluß auf den Quotienten ist, kann ich nicht beurteilen. Denselben Schwierigkeiten begegnen wir natürlich auch bei der Beurteilung der im folgenden noch zu besprechenden Verhältnisse zwischen den andren Entwicklungsstufen. So finden wir in der Ostsee: (s. Tabelle 21.)

Daß also auch hier wieder die Quotienten für die zur selben Art gehörenden Entwicklungsstufen nach beiden Seiten von den in Tabelle 19 aufgeführten abweichen, hat seinen Grund ebenfalls in den schon für den Quotient Nauplien : Eier erörterten Verhältnissen. Für *Pseudocalanus* sehen wir den Quotienten von Station 7—11 bedeutend wachsen, gleichzeitig nehmen die Nauplien stark ab, die ausgebildeten Copepoden zu. Ist die Annahme richtig, daß ein starker Nachwuchs auf günstige Fortpflanzungsverhältnisse hinweist, so müßte das Ansteigen dieses Quotienten die Ungunst anzeigen. Dasselbe müßte dann für *Temora* und *Centropages* gelten, wenn auch nicht in dem Maße wie für *Pseudocalanus,* während der abnehmende Quotient für *Acartia* auf günstigere Lebensbedingungen schließen läßt; trotzdem finden wir, daß für *Acartia* die absoluten Zahlen der Nauplien und Copepoden von Station 7 nach 11 hin abnehmen.

Digitized by Google

Dieser Widerspruch führt zu der Überlegung, daß auch andere Umstände als die Gunst oder Ungunst der Lebensbedingungen in diesem Quotienten sich widerspiegeln. Es müßte nämlich durch einen Vergleich mit Fängen aus andern Zeiten festgestellt werden, ob überhaupt eine Periode stärkerer Fortpflanzung gerade vorliegt oder nicht, ehe auf Grund dieses Quotienten sich erkennen läßt, ob die betreffende Art mehr oder weniger heimisch in dem fraglichen Gebiet ist. Einerseits könnte das Ansteigen des Quotienten Copepoden : Nauplien darauf hinweisen, daß gerade ein Zeitpunkt getroffen ist, in dem vorwiegend eine neue Generation heranwächst, andererseits, daß, wenn dies nach anderen Beobachtungen nicht der Fall sein kann, die betreffenden Copepoden aus anderen Gebieten durch Strömungen eingeführt sind, wobei die jüngeren Stadien (Nauplien und Copepoditstadien I—III) den neuen, ungünstigeren Verhältnissen in stärkerem Maße erlegen sind, als die älteren.

Tabelle 21.

	Acartia	*Pseudo-calanus*	*Temora*	*Centro-pages*	*Oithona*	Station
Nauplien	200 000	28 000	22 500	26 800	—	7
Copepodit-Stad. I—VI . .	34 400	4 800	400	4 000	—	
Nauplien	74 000	38 400	24 000	einige	179 200	10
Copepodit-Stad. I—VI . .	3 200	5 000	160	1 040	41 000	
Nauplien	116 400	1 600	16 000	3 200	—	11
Copepodit-Stad. I—VI . .	6 700	17 600	9 600	4 800	—	
Quotient: Copepodit-Stad. I—VI / Nauplien	0,17	0,17	0,018	0,15	—	7
	0,04	0,13	0,067	?	0,23	10
	0,06	11.0	0,6	1,5	—	11

Immerhin ist bemerkenswert, daß der Quotient Copepoden (ohne Unterschied der Arten): Nauplien (s. Tabelle 19) in den meisten Fällen dem von Hensen im Mai gefundenen (0,358, gegenüber 1,96 im November) außerordentlich nahe kommt; wiederum ein Hinweis darauf, daß in großen Zügen sich von Jahr zu Jahr derselbe Lebenslauf ungefähr wiederholen muß. Die Quotienten 0,078, 0,09 und 0,1 an den Stationen 19, 23, 21 sind noch als außergewöhnlich niedrig hervorzuheben.

Der Quotient Copepoden : Eier erreicht nur zweimal die Höhe, wie sie Hensen für den März feststellen konnte (0,92), und zwar an Station 28 (0,71) und an Station 37 (1,1). An den übrigen blieb er weit darunter. Dies ist besonders auf die verhältnismäßig geringe Anzahl von ausgebildeten Copepoden zurückzuführen, während an Eiern im Vergleich zu Hensens Zahlen nicht soviel weniger vorhanden sind wie an Copepoden. Dazu kommt noch, daß die oben besprochene Unsicherheit in der Bestimmung der Eier ebenfalls die Unterschiede in den Zahlen mit beeinflußt haben kann.

Eine Deutung dieser Quotienten wäre ferner eher möglich, wenn sich hätte feststellen lassen, in welchem Verhältnis die geschlechtsreifen Weibchen und die derselben Art angehörenden Eier zueinander ständen. Für *Centropages* z. B., dessen Eier und ausgewachsene Weibchen sicher erkennbar sind, kommen an Station 12 (28—21 m) auf 1 Ei 0,014 Weibchen[1]); in den anderen Schichten derselben Station kamen zwar Eier in noch größeren Mengen vor, aber geschlechtsreife Weibchen wurden nicht gefangen. An Station 14 beträgt dieser Quotient in der 10—5 m-Schicht 0,025, ebensoviel an Station 13, in 15—5 m und 0,08 in der 5—0 m-Schicht. Danach würden im ersten Fall 71 Eier, in den beiden anderen Fällen je 40 Eier und im letzten 12,5 Eier auf 1 Weibchen entfallen. Hensen (16) rechnet nach Analogie der Eiersäckchen

[1] Berechnet aus Tabelle B und C.

Digitized by Google

tragenden *Oithona* im allgemeinen etwa 13,4 Eier auf 1 Muttertier. Grobben (15) hat an einem isoliert beobachteten Copepoden konstatiert, daß 22 Eier nacheinander abgelegt wurden. Es müßten also in dem ersten Fall etwa 3—6 Eiablagen in so kurzer Zeit erfolgt sein, daß aus den meisten die Nauplien noch nicht ausgeschlüpft sind. Andererseits wäre es auch denkbar, daß die meisten Weibchen nach einmaliger Eiablage zugrunde gegangen sind. Über diese Fragen sind jedoch bis jetzt keine Aufschlüsse zu gewinnen. Daß bei anderen Arten dieser Quotient nicht wesentlich anders ausfallen würde, wenn wir die nötigen Grundlagen zur Berechnung hätten, scheint mir daraus hervorzugehen, daß der Quotient sämtliche Copepodit-Stadien : Eiern im Durchschnitt nur 0,36 ergibt, im Minimum sogar nur 0,085 (Station 32).

Für *Oithona* waren nicht immer die geschlechtsreifen Weibchen mit genügender Sicherheit zu erkennen, während die Eier sich genau genug zählen ließen. Bei den anderen Arten hingegen konnte nicht die Artzugehörigkeit der Eier festgestellt werden.

Einen gewissen Einblick in die vorliegenden Verhältnisse gewährt ein Vergleich der absoluten Eizahl mit dem Quotienten Copepodit-Stadien IV—VI : Copepodit-Stadien I—III, dessen Ansteigen zeigt, daß die älteren Stadien überwiegen und damit auch offenbar die erwachsenen Weibchen oder wenigstens solche Stadien, die der Geschlechtsreife nicht mehr fern sind. An den Stationen 7, 5, 2 und 13 steigen beide, an Station 12 fallen sie. Es tritt hier eine Abhängigkeit beider in dem Sinne zutage, daß die Vermehrung der Eizahl mit dem Zunehmen der älteren Stadieu parallel geht und umgekehrt. Von Station 14—23 laufen die Kurven für diese Zahlen stets im entgegengesetzten Sinne (s. graphische Darstellung Fig. 8, S. 82 [54]); gleichzeitig ist zu bemerken, daß der Quotient hier unter 1 bleibt, also die jüngeren Stadien mehr hervortreten. Wenn daher trotz des, wenn auch geringen Ansteigens des besprochenen Quotienten die Eizahl abnimmt, so liegt die Annahme nahe, daß ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen beiden nicht besteht, daß also der größte Teil der Eier früheren Generationen angehört und nicht von den augenblicklich vorhandenen Weibchen abgelegt wurde. Dafür spricht auch das gleichzeitig starke Anwachsen des Quotienten Nauplien : Eier, der anzeigt, daß um diese Zeit herum hier (Stat. 14—23) außerordentlich viel Nauplien ausgeschlüpft sein müssen. Daß ein solcher Zusammenhang offenbar besteht, wird unverkennbar, wenn wir sehen, daß dieser Quotient (Nauplien : Eier) bei den vorher als entgegengesetzt geschilderten Verhältnissen an Station 7, 5 und 2 ebenfalls sich entgegengesetzt verhält, indem hier im Vergleich zu den Eiern sehr wenige Nauplien vorhanden sind und wir also zu der Annahme geführt werden, daß die Mehrzahl der Eier erst vor kurzer Zeit abgelegt wurde.

Die vier anderen Stationen (24, 28, 32, 37) geben wegen ihrer zerstreuten Lage zu sehr aus einem gemeinsamen Zusammenhang herausgenommene Einzelbilder. Trotzdem tritt uns eine gewisse Ähnlichkeit in der Zusammensetzung der Entwicklungsstufen entgegen bei Station 24 und 32 einerseits und 28 und 37 andererseits, und zwar ist der Quotient Cop.-Stadien IV—VI : Cop.-Stadien I—III bei Station 24 und 32 recht hoch, während der von Nauplien : Eieru nur niedrig ist; andererseits ist bei 28 und 37 das umgekehrt der Fall.

An Station 24 ist die absolute Eizahl dem hohen Quotienten Cop.-Stadien IV—VI : Cop.-Stadien I—III entsprechend, wie auch vorher bei anderen Stationen zu konstatieren war, recht bedeutend. Daß Station 32 trotz der Übereinstimmung seiner Verhältnisse mit denen von Station 24 bedeutend weniger Eier aufweist, läßt auf eine zurzeit überhaupt schwach vertretene Copepodenfauna schließen. Bemerkenswert ist noch, daß die zuletzt besprocheneu Stationen auch ihrer Lage nach zwei verschieden gearteten Gebieten angehören, indem 28 und 37 an der Küste und 24 und 32 in der freien Nordsee liegen.

Besonders hervorzuheben ist die Höhe dieses Quotienten an Station 11 und 10, der bei einer Größe von 18,5 bezw. 7,7 so sehr von den übrigen abweicht, daß von einer Eintragung in die graphische Darstellung (Fig. 8, S. 82 [54]) abgesehen ist. An Station 10 macht sich der Einfluß von *Oithona similis* bemerkbar, die 69,8% aller Copepoden ausmacht, und an Station 11 der von *Pseudocalanus* mit 45,8% aller Copepoden. Wie Hensen aus seinen Quotienten die Ungunst der Verhältnisse in der östlichen Ostsee herauslesen konnte, so zeigen auch besonders die soeben angeführten Quotienten, daß der normale Entwicklungszustand gestört ist, eventuell durch die Zuführung der älteren, widerstandsfähigeren vermittels des auch von Hensen in seiner Wirkung eingehend besprochenen Unterstromes von der Beltsee nach den tieferen Becken der östlichen Ostsee.

Digitized by Google

Um nun wieder auf den Quotienten Copepoden : Eier zurückzukommen, so sehen wir aus der graphischen Darstellung (Fig. 8, S. 82 [54]) seine Kurve bald mit der des Quotienten Cop.-Stad. IV—VI : Cop.-Stad. I—III parallel, bald in entgegengesetztem Sinne laufen, d. h. bald sind bei einem großen Quotienten viele Eierleger, bald bei einem kleinen; das letztere würde am meisten einleuchten, auch die Umkehrung des letzteren, daß bei einem großen Quotienten wenig Eierleger vorhanden sind (Station 37). Wenigstens schloß Hensen (16) im Hinblick auf den von ihm als größten ermittelten Quotienten (7,99 im Dezember) und im Vergleich zu dem als Jahresmittel erhaltenen Quotienten 3,02, daß im März, wo dieser Quotient (Copepoden : Eier) nur 0,92 betrug, viele Eierleger unter den Copepoden vorhanden sein müßten. Dieser Schluß trifft bei den verhältnismäßig geringen Schwankungen in den Quotienten ein und derselben Fahrt nicht immer zu, wie aus den vorher angestellten Überlegungen hervorgeht.

Es ist eben zu berücksichtigen, daß diese Berechnungen nur eine recht grobe Vorstellung von den wahren Verhältnissen geben können und nur eine Resultante aus vielen nicht immer für sich bestimmbaren Komponenten vorliegt. Für *Oithona* z. B. finden sich z. T. recht erhebliche Abweichungen von den aus der Gesamtzahl der Copepoden resultierenden Quotienten, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht, in der auch noch angegeben ist, wieviel Eier zu einem Ballen vereinigt waren:

Tabelle 22.

(Zusammengestellt aus Tabelle A.)

Station	11	10	7	5	2	12	13	14	15
Oithona similis (u. *plumifera*) . . .	—	39 700	—	6 560	68 700	14 000	37 700	34 000	4 640
Oithona-Eier	—	33 000	—	86 400	172 800	einige	122 000	78 000	24 600
Quotient: *Oithona* : Eier	—	1,2	—	0,08	0,4	?	0,32	0,44	0,2
? Eier in 1 Ballen	—	3,1	—	6,7	7,7	?	12,0	16,4	10,5

Station	19	21	23	24	28	32	37
Oithona similis (u. *plumifera*) . . .	14 600	15 300	3 700	166 000	12 800	9 100	10 100
Oithona-Eier	20 800	19 800	7 100	62 400	einige	9 000	einige
Quotient: *Oithona* : Eier	0,7	0,8	0,5	2,66	?	1,01	?
? Eier in 1 Ballen	10,0	8,1	6,4	11,1	?	12,5	?

Besonders auffallend ist die Abweichung an Station 24 und 32, wo als Quotienten von *Oithona* : *Oithona*-Eier 2,66 bezw. 1,01 den Gesamtquotienten 0,44 bezw. 0,085 gegenüberstehen; dabei entfallen an diesen Stationen 66% bezw. 53% aller Copepoden, aber nur 10,9% bezw. 4,5% aller Eier auf diese Art. Danach dürfte die Fruchtbarkeit von *Oithona* zurzeit nicht sehr groß sein. Trotzdem kommen aber 11,1 bezw. 12,5 Eier durchschnittlich auf einen Ballen, während an der naheliegenden Station 23 bei verhältnismäßig niedrigen Quotienten (0,5) nur 6,4 Eier einen Ballen bilden. Dieser Umstand scheint eher deutlich darauf hinzuweisen, daß zur Zeit des Fanges *Oithona* an Station 23 nur wenig fruchtbar war, besonders wenn man noch berücksichtigt, wie in der Ostsee von Station 2 nach 10 zu die durchschnittliche Eizahl in einem Ballen bedeutend abnimmt (von 7,7 bis 3,1 Eier auf einen Ballen) und die im allgemeinen geringere Fruchtbarkeit von *Oithona* in der östlichen Ostsee gegen die Beltsee schon nach den früheren Untersuchungen als erwiesen galt. Wie die Zahlen für Station 24 daher zu deuten sind, kann ich nach dem Vorliegenden nicht erkennen. Erwähnenswert ist vielleicht noch, daß die Eizahl in einem Ballen im

Digitized by Google

Kattegat größer war als in der Ostsee (16,4 gegen 7,7 im Maximum), nach dem Skagerrak und der Nordsee zu aber wieder abnahm. Eine hiermit übereinstimmende Zu- und Abnahme des Quotienten *Oithona* : Eier tritt nicht zutage. Auf die Unregelmäßigkeit, die außerdem noch in den Zahlen dadurch eintritt, daß die Eier zu Ballen mit verschiedener Eizahl zusammenhängen und daher nicht so gut für die Zählung geeignet sind, als wenn sie einzeln im Plankton verteilt gewesen wären, hat schon Hensen hingewiesen (16, p. 49).

Haben wir bisher jeden Quotienten für sich von Station zu Station verfolgt, so dürfte es wohl noch von Interesse sein, das Verhältnis aller Entwicklungsstufen zueinander in demselben Fange zu betrachten. Dafür scheint mir eine Übersicht der prozentischen Verhältnisse sich am besten zu eignen, die ich im folgenden gebe.

Tabelle 23.

Prozentische Berechnung der Eier, Nauplien und Copepodit-Stadien I—III, IV—VI desselben Fanges für die ganze Wassersäule unter 1 qm Oberfläche.

Station	2	5	7	10	11	12	13	14	15	19	21	23	24	28	32	37
Eier	48,6	59,7	49,7	31,4	52,8	35,6	33,4	38,6	37,1	29,7	20,4	31,4	44,2	31,1	61,2	26,1
Nauplien . . .	36,2	32,5	43,6	58,9	36,9	48,3	45,9	47,5	54,5	65,2	72,1	62,8	36,4	46,6	33,6	44,0
Copepodit-Stad. I—III . . .	5,4	3,5	3,7	1,3	0,5	7,9	8,8	7,2	4,2	3,0	4,2	2,9	7,8	9,1	1,5	17,7
Copepodit-Stad. IV—VI. . . .	9,8	4,3	3,1	8,4	9,8	8,2	11,9	6,7	4,2	2,1	3,3	2,9	11,6	13,2	3,7	12,0

Anmerkung: An Station 2 sind die Zahlen für die Copepodit-Stadien nur z. T. (und zwar für die 5—0 m-Schicht) durch Zählung festgestellt. Sie ergab etwa halb soviel I—III wie IV—VI. Setzt man nach Analogie ähnlich zusammengesetzter Fänge für die Stufe 31—5 m etwa 1/3 aller Copepoden gleich jung (I—III), so ergibt sich die in der Tabelle angeführte Prozentzahl für die ganze Wassersäule. Dieser Wert scheint mir richtiger zu sein, als wenn nur die jungen Copepodit-Stadien der 5—0 m-Schicht berücksichtigt würden, was 1,7 % für Copepodit-Stadium I—III und 13,5 für IV—VI ergeben würde.

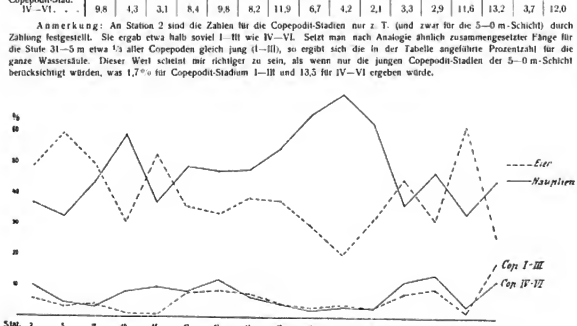


Fig. 9. Graphische Darstellung der Angaben in Tabelle 23.
1 mm vertikal = 1 %.

Die vorstehende graphische Darstellung mag die Verteilung der Eier und Nauplien einerseits und der Copepodit-Stadien I—III und IV—VI andererseits sämtlicher Arten desselben Fanges in Prozenten berechnet veranschaulichen. In 14 Fällen (von 16) laufen die Kurven für die Eier und Nauplien in entgegen-

Digitized by Google

gesetztem Sinne, d. h. je mehr Nauplien vorhanden sind, um so weniger Eier und umgekehrt. Und zwar ergeben sich recht große Differenzen zwischen beiden. Auch ist der Abstand zwischen Eiern und Nauplien einerseits und den Copepodit-Stadien andererseits sehr bedeutend, so daß in allen Fällen erstere in überwiegender Mehrzahl vorhanden sind. Der Unterschied zwischen den Copepodit-Stadien ist nicht so stark

Es lassen sich folgende Beziehungen zwischen diesen vier Entwicklungsgruppen feststellen:

I { a. in 10 Fällen sind mehr Nauplien vorhanden als Eier;
  { b. in 6 „ „ „ Eier „ „ Nauplien
  { c. in keinem Fall sind gleichviel Nauplien und Eier vorhanden);

II { a. in 9 Fällen sind mehr Copepodit-Stadien IV—VI vorhanden als I—III;
   { b. in 5 „ „ „ „ „ I—III „ „ IV—VI;
   { c. in 2 „ „ gleichviel „ „ I—III und IV—VI vorhanden.

Diese Fälle treten an folgenden Stationen ein:

Ia. Station 10, 12, 13, 14, 15, 19, 21, 23, 28, 37;
Ib. „ 2, 5, 7, 11, 24, 32.
IIa. Station 2, 5, 10, 11, 12, 13, 24, 28, 32;
IIb. „ 7, 14, 19, 21, 37;
IIc. „ 15, 23.

Die Gruppen I und II zeigen, daß in den meisten Fällen mehr Nauplien als Eier einerseits und mehr ältere Copepodit-Stadien als jüngere andererseits vorhanden sind. Das erstere ist ohne weiteres verständlich, wenn man berücksichtigt, daß das Nauplinsstadium mit seinen sechs Entwicklungsstufen auch eine längere Zeit dauern wird als der Eizustand, also in der Mehrzahl vorhanden sein muß. Dieses Verhältnis wird umgekehrt, wenn außerordentlich viel Eier abgelegt sind und das Ausschlüpfen der Nauplien noch nicht erfolgt ist. Dieser Umstand und das Überwiegen der älteren Copepodit-Stadien den jüngeren gegenüber würde darauf hinweisen, daß eine Periode gesteigerter Fortpflanzung vorliegt, während in ersterem Falle mehr das Heranwachsen einer neuen Generation angedeutet wird. Die Mehrzahl der Fälle I würde daher mit der Mehrzahl der Fälle II im Widerspruch stehen, wenn diese zweimal je 9 Fälle an denselben Stationen vorkämen.

Nun sind aber die Gruppen I und II zunächst ohne Rücksicht auf die Zugehörigkeit zu einer Station zusammengestellt, so daß dadurch der biologische Zusammenhang zwischen beiden des öfteren wahrscheinlich auseinander gerissen ist. Die etwaige Abhängigkeit dieser beiden Gruppen voneinander gibt aber erst eine Vorstellung vom ganzen Entwicklungsgang. Kombinieren wir daher sämtliche möglichen Fälle (zusammengestellt in den Gruppen Ia, b, (c) und IIa, b, c), so ergibt sich, daß

die Kombination von Ia und IIa 4 Stationen gemeinsam ist und zwar den Stationen 10, 12, 13, 28;
„ „ „ Ib „ IIb 1 Station „ „ „ der Station 7;
„ „ „ Ia „ IIb 4 Stationen „ „ „ „ den Stationen 14, 19, 21, 37;
„ „ „ Ia „ IIc 2 „ „ „ „ „ „ „ 15, 23;
„ „ „ Ib „ IIa 5 „ „ „ „ „ „ „ 2, 5, 11, 24, 32,
„ „ „ Ib „ IIc 0 „ „ „ „

Am häufigsten trifft die Kombination Ib ~ IIa an denselben Stationen zu, d. h. an den Stationen 2, 5, 11, 24 und 32 sind mehr Eier als Nauplien und gleichzeitig mehr Copepodit-Stadien IV—VI als I—III vorhanden. Hier liegt überwiegend eine Fortpflanzungsperiode vor. Genau das Gegenteil ergibt die Kombination Ia ~ IIb für die vier Stationen 14, 29, 21, 37. Für diese ist charakteristisch, daß bei bedeutendem Unterschiede zwischen den Prozenten der Eier und Nauplien (viel weniger Eier) nur eine sehr geringe Differenz zwischen den Stationen I—III und IV—VI besteht und die beiden letzten relativ wenig vorhanden sind; d. h. aus den schon früher abgelegten Eiern wächst eine neue Generation heran.

Hierdurch scheinen mir im Entwicklungsgang der Copepoden zwei wesentliche Phasen ihren Ausdruck zu finden, die jedoch durch Übergänge verbunden sein müssen. Diese können natürlich in der verschiedensten Weise variieren, zumal da durch die vorliegende Darstellung nicht ein Ausschnitt aus dem Entwicklungsgang eines einzelnen Copepoden gegeben ist, sondern da die verschiedenen Arten mit verschiedenen Entwicklungsperioden an der Bildung des Gesamtergebnisses beteiligt sind. Unter Berück-

Digitized by Google

sichtigung dieser beiden Extreme ist es möglich, die anderen Kombinationen ihrer Zusammensetzung nach zu deuten und einzuordnen. In den Fällen, wo für die eine der beiden Hauptgruppen I oder II die Untergruppen a und b einen gleichen Prozentsatz aufweisen, wird die Zusammensetzung der anderen Hauptgruppe den Ausschlag geben; derart, daß z. B. die Kombination Ia ~ IIc, wo also bei geringerer Eizahl gleichviel Copepodit-Stadien I—III und IV—VI auftreten, der Kombination Ia ~ IIb nahesteht (es handelt sich um Station 15 und 23). Wir haben also eine Verschiebung in der Zusammensetzung, das eine Mal mehr nach dem Ende der Entwicklung hin, das andere Mal mehr nach dem Anfang hin, indem die Geschlechtsreife natürlich als Ende aufzufassen ist.

Diejenigen vier anderen noch möglichen Kombinationen, in denen neben der Untergruppe c auch die andere Untergruppen (a oder b) keine bedeutende Differenz zwischen ihren Bestandteilen aufweist, nämlich (Ic ~ IIa), (Ic ~ IIb), (Ic ~ IIc), Ib ~ IIc, haben in den vorliegenden Fängen kein Beispiel.

Es bleiben dann noch zwei Kombinationen übrig: Ia ~ IIa und Ib ~ IIb. Diese kommt einmal an Station 7 vor, und zwar überwiegen die Copepodit-Stadien I—III so wenig die Stadien IV—VI, daß kein wesentlicher Unterschied besteht einer Zusammensetzung gegenüber, wo die beiden Copepodit-Stadien gleich stark vertreten sind oder die Stadien IV—VI etwas zahlreicher sind. Daher würde in Anbetracht des bedeutenden Unterschiedes zwischen den Eiern und Nauplien diese Kombination der Kombination Ib ~ IIa am nächsten stehen.

Legen wir auch bei der letzten noch möglichen Kombination Ia ~ IIa das meiste Gewicht für die Beurteilung auf diejenige Hauptgruppe (I oder II), welche die größte Differenz in ihren Untergruppen (a, b) aufweist, so zeigt sich, daß die Stationen 12, 13, 28 der Kombination Ia ~ IIb zuzuteilen sind, da der Unterschied zwischen den Copepodit-Stadien bedeutend hinter dem zwischen Eiern und Nauplien bestehenden zurücktritt; von den letzteren sind aber die Nauplien in der Mehrzahl vorhanden.

Nur Station 10 zeigt einen auffallend abweichenden Charakter, da hier sowohl bedeutend mehr Nauplien als Eier und andererseits auch bedeutend mehr ältere Copepodit-Stadien als jüngere vorhanden sind.

Zwei Extreme treten also besonders deutlich hervor: entweder übertreffen die Eier z. T. recht beträchtlich die Nauplien an Zahl, indem gleichzeitig die Copepodit-Stadien I—III mehr oder weniger merklich überwiegen, oder es treten umgekehrt Eier und Copepodit-Stadien IV—VI hinter den Nauplien bezw. den Copepodit-Stadien I—III zurück. Diesen beiden Richtungen entsprechend gehören nun also folgende Stationen mit ungefähr gleichem Charakter in bezug auf die Verteilung der verschiedenen Entwicklungsstufen zusammen: 1. die Stationen 12, 13, 14, 15, 19, 21, 23, 28, 37, die eine mehr zur Geschlechtsreife hin fortgeschrittene Entwicklung für die Copepoden andeuten; 2. die Stationen 2, 5, 7, 11, 24, 32, deren Copepoden in einer stärker hervortretenden Fortpflanzungsperiode begriffen sind. Die letzteren befinden sich in der Ostsee und weit draußen in der freien Nordsee, während die ersteren im Kattegat, Skagerrak und in der Nordsee mehr in Küstennähe liegen. Vielleicht tritt in dieser Gruppierung auch ein Zusammenhang mit dem Entwicklungszustand des pflanzlichen Planktons hervor, indem einerseits starke Eiproduktion (im 2. Fall) mit spärlichem Diatomeenwuchs oder z. T. beginnender Diatomeenwucherung zusammenfällt, andererseits (im 1. Fall) das Heranwachsen einer Generation parallel geht mit stark vorgeschrittener Diatomeenwucherung.

c) Faunistisch-biologisches über Copepoden.

Es erübrigt noch, die verschiedenen Arten ihrem örtlichen und jahreszeitlichen Vorkommen nach zu verfolgen. Gerade hierfür leisten Zählungen gute Dienste, da nicht so große Unterschiede in den absoluten Zahlen auftreten, wie etwa bei den Diatomeen, so daß man sich bei einer Schätzung ihrer relativen Häufigkeit leicht täuschen kann. Ich habe mich daher im folgenden wesentlich auf den Vergleich mit den bis jetzt vorhandenen quantitativen Angaben beschränkt und damit auch hauptsächlich ein Bild davon gegeben, wie die Verteilung der Copepoden sich in dem verhältnismäßig kleinen Gebiet der Ostsee, Nordsee und der beiden verbindenden Meeresteile gestaltet. Die zahlreichen Aufzeichnungen in den „Bulletins" konnte ich jedoch nicht eingehend berücksichtigen, da eine kritische Bearbeitung dieser Veröffentlichungen noch nicht vorliegt.

Digitized by Google

Die folgende Tabelle (24) enthält eine Übersicht über die Beteiligung der einzelnen Arten an der Gesamtzahl der Copepoden in der ganzen Wassersäule unter 1 qm nach Prozenten berechnet.

Tabelle 24.
(Zusammengestellt aus Tabelle A.)

Station	2	5	7	10	11	12	13	14	15	19	21	23	24	28	32	37	Extreme Werte in %	Mittelwerte
1. *Copepoda iuvenes*	10,94	43,83	55,49	11,7	5,09	49,3	42,31	51,8	49,9	58,6	57,1	50,5	40,3	86,5	29,9	60,01	3,5 —60,01	41,45
2. *Acartia Clausi*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,19	0,17	—	—	—	—	8,18	0,17— 8,18	0,53
3. „ *bifilosa*	0,16	13,31	27,73	0,3	4,07	17,4	3,5	0,92	0,5	—	—	—	—	—	—	—	0,16—27,73	4,24
4 „ *longiremis*	1,73	11,85	6,53	6,1	8,15	6,9	1,8	2,99	5,3	2,82	0,17	—	0,1	0,32	2,9	—	0,1 —11,85	3,60
5. *Calanus finmarchicus*	—	—	—	—	—	—	0,04	X	0,23	0,94	0,85	1,1	1,9	1,86	X	X	0,04— 1,9	0,43
6. *Centropages hamatus*	2,87	2,76	4,16	2,9	12,22	0,6	0,24	0,32	0,23	0,19	—	—	—	—	—	—	0,19—12,22	1,80
7. *Euchaeta norvegica*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X	—	—	—	—
8. *Metridia longa*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1	—	0,11	—	—	0,11— 1,1	0,08
9. „ *lucens*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,17	—	0,1	0,11	—	—	0,1 — 0,17	0,02
10. „ sp.	—	—	—	—	—	—	—	X	—	0,56	1,01	3,3	—	—	—	—	0,56— 3,3	0,30
12. *Microcalanus pusillus*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,59	—	1,9	21,3	—	—	1,9 —21,3	1,67
13 *Microsetella atlantica*	0,05	—	0,18	—	—	0,2	—	0,37	—	0,19	5,7	3,3	2,6	1,0	—	—	0,05— 5,7	0,85
14. *Oithona plumifera*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,56	0,68	—	1,3	0,32	—	—	0,68—10,56	0,18
15. „ *similis*	47,21	10,71	—	69,8	—	4,8	16,6	12,19	10,0	14,6	23,2	34,14	44,3	9,50	45,0	—	4,8 — 69,8	21,38
16. *Parocalanus parvus*	0,05	—	—	—	—	—	0,36	2,65	0,23	7,7	0,85	3,3	1,3	0,21	—	3,87	0,05— 7,7	1,28
17. *Pseudocalanus elongatus*	30,79	13,58	4,62	9,8	45,82	15,1	33,6	17,27	32,2	8,4	4,65	1,1	6,0	1,26	4,3	13,09	1,1 —45,82	15,1
18. *Temora longicornis*	6,56	3,73	0,55	0,3	24,44	4,3	0,96	0,63	1,41	0,19	0,34	1,1	0,2	0,21	17,9	5,13	0,19—24,44	4,24
19. *Eurytemora hirundo*	—	—	—	—	0,21	1,4	0,04	0,14	—	—	—	—	—	—	—	—	0,04— 1,4	0,11
20. *Cyclopiden*	—	—	—	—	—	—	0,7	1,61	—	0,75	—	1,1	X	—	—	3,81	0,7 — 3,81	0,5
21. *Harpacticiden*	0,16	—	0,39	—	—	—	—	9,20	—	4,21	1,52	—	X	17,3	—	6,01	0,16—17,3	2,42

Unter *Copepoda iuvenes* sind hier, wie in den Haupttabellen, die I.—III. Copepodit-Stadien aller Arten zusammengefaßt (für *Oithona* nur I und II). Darüber möchte ich noch zu dem vorhergehenden Kapitel ergänzend bemerken, daß diese jüngeren Stadien fast überall die Hälfte und mehr aller Copepoden ausmachen. Leider geht aus den bestehenden früheren Zählungen nicht mit Sicherheit und hiermit vergleichbar hervor, wie zu andern Jahreszeiten die Verhältnisse liegen; bisher wurden nämlich unter *Copepoda iuvenes* diejenigen aufgeführt, deren Artzugehörigkeit sich damals nicht bestimmen ließ. Es wird bei den verschiedenen Zählern naturgemäß verschieden gewesen sein, wo die Grenze zwischen den sicher bestimmten und den unbestimmten Tieren gezogen wurde; einige Arten, *Oithona* und *Temora* z. B., sind schon auf den ersten Copepodit-Stadien ihrem Habitus nach leicht zu erkennen. Die Fänge desselben Zählers unter sich verglichen können allerdings, einige Übung im Bestimmen der Arten vorausgesetzt, brauchbare Schlüsse über die mehr oder weniger große Häufigkeit der jüngeren Copepoden zu verschiedenen Jahreszeiten geben; doch glaube ich mir fürs erste die Mühe ersparen zu dürfen, die entsprechenden Verhältnisse aus den veröffentlichten Tabellen zu errechnen, da ich sie doch nicht mit den vorliegenden unmittelbar vergleichen kann. Die von Driver (9, p. 124) angegebenen Prozentzahlen an jungen Copepoden, von denen die höchste nur 19% (Beltsee, August 1905) beträgt, scheinen mir z. B. viel zu klein zu sein, wenn eben dasselbe darunter verstanden werden soll, was meiner Einteilung entspricht.

Diese ist zunächst aus rein praktischen Gesichtspunkten getroffen, weil einerseits das IV. Stadium und die folgenden leicht bestimmbar sind, andrerseits auch die Artzugehörigkeit von diesem ab deutlich hervortritt. Auch bei *Oithona*, über deren Entwicklung ich bei späterer Gelegenheit noch zu berichten gedenke, gelang es mir später; doch habe ich mit Rücksicht auf die ersten Zählungen, wo diese genaue Trennung mit Schwierigkeiten machte, überall nur die I. und II. Stadien zu den jüngeren gerechnet.

Digitized by Google

Die übrigen Angaben der vorstehenden Tabelle werde ich bei der folgenden Besprechung der einzelnen Arten berücksichtigen.

Von der Gattung *Acartia* haben die Arten *bifilosa* und *longiremis* in der Ostsee und im Kattegat ihr Hauptverbreitungsgebiet, und zwar beschränkt sich *bifilosa* nach den vorliegenden Befunden allein auf die beiden genannten Meeresteile, während *longiremis* auch in der nördlichen Nordsee noch in geringer Anzahl sich vorfindet (19, 21, 24, 28, 32). In den Oberflächenfängen war *longiremis* auch in der südöstlichen Nordsee anzutreffen. *A. longiremis* war fast immer weniger zahlreich als *bifilosa*; auffallenderweise aber häufiger einerseits in der östlichen Ostsee (Station 10, 11), andrerseits im Kattegat an Station 14 und 15, und in der Nordsee an den Stationen, wo *A. bifilosa* nicht vorkommt. Hensen (17) glaubte nach seinen Befunden zu erkennen, daß *A. longiremis* das schwachsalzige Wasser bevorzuge. Berücksichtigt man nur die Ostsee, so wird das auch durch die Zählungen Drivers bestätigt, da besonders im August und November in der östlichen Ostsee *Acartia longiremis* in bedeutender Zahl (200000—300000) vorhanden war und *A. bifilosa* überhaupt nicht gefunden wurde (Station 10). In diesen Monaten hatte *A. longiremis* ihr Maximum, während *A. bifilosa* im Mai am häufigsten war und gleichzeitig auch in diesem Monat *A. longiremis* an Menge übertraf. Eine vergleichende Besprechung dieser beiden Arten könnte wertvolle Resultate ergeben; leider liegen aber nicht genügend viele Zählungen vor, in denen beide voneinander getrennt wurden. Soweit aus Drivers Zählungen, wo dies geschehen ist, hervorgeht, wechselt das Überwiegen der einen oder anderen Art in den verschiedenen Monaten. Im allgemeinen ist *Acartia bifilosa* eine ausgesprochenere Brackwasserform als *A. longiremis*, da nach Norquist (23) *Acartia bifilosa* auch noch im Bottnischen Busen vorkommt, *A. longiremis* dagegen zwischen Aaland und Finnland bereits seine nördliche Grenze in der Ostsee erreicht hat. Auch v. Breemen (5) nennt *Acartia bifilosa* eine typische Brackwasserform unter Berücksichtigung seiner Nordseebefunde, indem eben nur die Gebiete ganz nahe der Küste als Fundorte hier in Betracht kommen. Ebenso fand Aurivillius (3) *Acartia bifilosa* vorwiegend im nordöstlichen Skagerrak von Mitte Februar bis Ende Juni und rechnet sie zum baltischen Plankton, das im April bis Mai kulminiert.

Beide Arten kamen im März bis April 1906 am häufigsten in den Oberflächenschichten vor, und zwar an allen Stationen außer an Station 7, wo die 43—35 m-Schicht bevorzugt wurde, und an Station 10 und 11, die aber in der 5—0 m-Schicht überhaupt nur sehr wenig Copepoden hatte. Nach den bisher vorliegenden Zählungen (Hensen bis Driver) war in der Ostsee zu jeder Jahreszeit eine Zunahme der *Acartia*-Arten nach Osten hin zu konstatieren. Daß nach den März-April-Fängen dagegen die Zunahme nur bis Station 7 (für *bifilosa*) und Station 5 (für *A. longiremis*) stattfindet, von da ab nach Osten zu die Zahlen, besonders für *bifilosa*, aber wieder beträchtlich abnehmen, läßt sich bis jetzt nicht begründen. Vielleicht könnten die Beobachtungen desselben Jahres Aufschluß darüber geben, doch liegen keine Zählungen vor.

Im einzelnen Salzgehalt und Temperatur mit den Zahlen vergleichend anzuführen, lohnt sich nicht. Es muß zunächst genügen, nochmals zu konstatieren, daß das schwachsalzige Wasser von etwa 7—15‰ die günstigsten Bedingungen für diese beiden *Acartia*-Arten bietet. Ein Einfluß der Temperatur auf die Verteilung läßt sich nicht erkennen. Bei einem Versuch, das eigentümliche Vorkommen der *Acartia*-Arten zu erklären, kommt auch eine Prüfung der Frage in Betracht, ob etwa — wenigstens in gewissen Stadien der Entwicklung — Beziehungen zum Meeresboden vorliegen. *Acartia discaudata* wurde nicht gefunden, ebenso nicht *intermedia*, deren Existenz v. Breemen bezweifelt.

Pseudocalanus longatus wurde an allen Stationen in den Vertikallängen gefunden. In der Ostsee betrug die mittlere Häufigkeit unter 1 qm Oberfläche 15500, im Kattegat 32000, in der Nordsee 6600. Die Maximalzahlen entfallen in der Ostsee auf Station 2 (45000), im Kattegat auf Station 13 (67000), in der Nordsee auf Station 24 (15000). Im einzelnen gestaltet sich die Verteilung folgendermaßen:

In der Ostsee nimmt die Häufigkeit von Westen nach Osten bis Station 7 ab, wo das Minimum von 2000 Individuen unter 1 qm erreicht wird, und steigt dann wieder im weiteren Verlaufe nach Osten, bleibt aber an Station 11 um mehr als die Hälfte hinter dem Maximum von Station 2 zurück. An allen untersuchten Stationen wird die Wasserschicht unterhalb 5 m bevorzugt, und zwar je weiter nach Osten um so mehr. Dieser Wechsel geht parallel mit der bekannten Abnahme des Salzgehalts. An Station 2

Digitized by Google

ist die Schicht von 17,47‰—21,24‰ für *Pseudocalanus* besonders günstig. Bis Station 7 hält sich dann ein schmaler Streifen Wasser, dessen Salzgehalt allmählich bereits bis 13,0‰ heruntergegangen ist, in der Nähe des Bodens. Bis 35 m Tiefe findet sich an Station 7 nur 8,86‰, und gleichzeitig selten wir auch, daß *Pseudocalanus* von dieser Tiefe an nach oben nicht mehr angetroffen wird. Obgleich nun aber der Salzgehalt weiter nach Osten (Station 10, 11) am Grunde noch mehr abnimmt (bis 10,63‰), eine nicht nur für die Ostsee-Copepoden, sondern auch für andere Ostsee-Organismen im allgemeinen typische Erscheinung. Gelegentliche Abweichungen hiervon trafen wir oben schon bei *Acartia* an. Die Temperatur weist der Jahreszeit entsprechend einen Spielraum von + 2—5° C. auf.

Im Kattegat treffen wir das schon vorher erwähnte Maximum an *Pseudocalanus* an. Leider fehlt es an quantitativen Beobachtungen aus andern Jahreszeiten für diese Gegend, so daß man sich kein klares Bild von der Bedeutung der gewonnenen Zahlen und ihrer Abhängigkeit von den physikalischen Verhältnissen machen kann.

Im Skagerrak und in der Nordsee hat *Pseudocalanus* ganz bedeutend abgenommen. Nur an Station 24 und 37 ist er etwas häufiger, erreicht aber mit 150000 bezw. 240000 Individuen unter 1 qm nur $^1/_3$ bezw. $^1/_4$ der Anzahl an Station DO 2 der westlichen Ostsee. Nach Apsteins Zählungen fand sich die größte Zahl von *Pseudocalanus* im August 1903 an Station DO 9 (480000). Im gleichen Jahre kulminierte *Pseudocalanus* in der Ostsee aber im Mai (Station DO 5: 96000), während 1905 (nach Driver) im August mit 343000 die höchste Zahl an Station DO 3 erreicht wurde. Es sind dies eine Reihe voneinander abweichender Einzelbeobachtungen, die keine übereinstimmenden Perioden erkennen lassen. Daher ist es auch nicht möglich, auf Grund der vorliegenden Zahlen durch einen Vergleich mit den gleichzeitigen physikalischen Verhältnissen eine Erklärung für den wechselnden Bestand von *Pseudocalanus* zu finden.

Paracalanus parvus wurde während der untersuchten Fahrt in der Ostsee nur an Station 2 angetroffen. Im Kattegat findet er sich erst an Station 13 wieder und dann an fast allen Stationen der weiteren Fahrt (ausgenommen an Station 32). An den Stationen 14, 19, 24 und 37 erreicht er die höchsten Zahlen von 3000—7000, während er sonst nur mit höchstens 1000 Individuen unter 1 qm vertreten ist. Sein Vorkommen zeigt ein ziemlich wechselndes Bild. In den Oberflächenschichten ist er weniger häufig. Diese verhältnismäßig kleinen Zahlen für *Paracalanus* — er bildet im Mittel nur 1,28% aller Copepoden — sind nach den bisherigen Beobachtungen für diese Jahreszeit als durchaus normal zu betrachten.

Ehe ich nun auf die schon vorher bei der Besprechung des Wachstums diskutierte Frage nach der Lebens- bezw. Fortpflanzungsfähigkeit von *Paracalanus* in der Ostsee näher eingehe, werde zunächst erörtert, welche Periodizität in seinem Auftreten, nach früheren Untersuchungen zu urteilen, sich erkennen läßt. Nach Apsteins Zählungen war *Paracalanus* (1903) im Februar in der Nordsee an der Station DN 3 im Maximum mit 24000 unter 1 qm vertreten und im Minimum von 1600 an Station DN 1 und 6400 an Station DN 2. Von den übrigen Stationen liegt kein Material vor. Im Mai war *Paracalanus* am verbreitetsten, indem er an 9 von 15 untersuchten Stationen vorkam, jedoch mit einem Maximum von nur 20000 (Station DN 10). Im August fand er sich nur an 3 von 13 untersuchten Stationen mit einem wiederum kleineren Maximum von 16000 (Station DN 9) und im November nur an einer von 9 Stationen, und zwar mit 4000 an Station DN 2. Danach würde er also von Februar bis November ständig abgenommen haben. Aurivillius führt als Fundzeit im Skagerrak Anfang Juni bis Ende Februar an, selten im Januar und Februar. Timm (28) gibt ebenfalls für die südliche Nordsee August bis Januar an, neben Mai, in dem er ohne Zusammenhang mit den andern Monaten ein Maximum fand. An den von mir bearbeiteten Stationen A, B, C der Elbmündung (18) war *Paracalanus* ebenfalls besonders im August und November häufig (1906 Station A: Februar—Mai 6400, August 240000, November 54000 pro 1 cbm Wasser). Gegenüber drei ziemlich übereinstimmenden Beobachtungen muß daher die Feststellung für 1903 als Ausnahme angesehen werden. Betrachten wir daneben die gleichzeitig von Apstein für 1903 in der Ostsee gefundenen Zahlen, so stellt sich zunächst genau derselbe Gang heraus, wie in der Nordsee (1903), indem im Maximum gezählt wurden: im Februar 70000 (Station DO 2), im Mai 33600 (Station DO 5), im August 9000 (Station DO 2) unter 1 qm, also Ergebnisse, die mit den Befunden in der Nordsee parallel gehen. Dagegen zeigt der November plötzlich eine ungeheure Menge von *Paracalanus* (320000, Station DO 3), die zu der für die Nordsee konstatierte weitere Abnahme im November durchaus im Gegensatz steht.

Digitized by Google

Die Annahme, daß also *Paracalanus* zur Hauptsache sich aus der Nordsee rekrutiere, wird dadurch sehr unwahrscheinlich. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß das Kattegat dazwischen liegt, dessen Verhältnisse wir nach quantitaven Feststellungen nicht kennen. Doch haben die physikalischen Verhältnisse des Kattegats so große Ähnlichkeit mit denen der Beltsee, daß auch für den *Paracalanus* des Kattegats dieselbe Abhängigkeit von dem der Nordsee postuliert werden müßte, so daß also das Kattegat ohne Berücksichtigung der Nordsee nicht als Ursprungsort vom *Paracalanus* der Beltsee aufgefaßt werden könnte. Die angeführten Zahlen scheinen mir vielmehr zu sagen, daß *Paracalanus* sich auch in der Beltsee (östliche Ostsee?) fortpflanzen kann. Ob der Vermehrungsfuß gegenüber dem der Nordsee verringert ist, läßt sich noch nicht erkennen; daß aber die Größe vom Ostsee-*Paracalanus* hinter der des Nordsee-*Paracalanus* zurücksteht, habe ich schon vorher gezeigt, doch ist dies auch den andern Copepoden eigen, die sicher als heimisch in der Ostsee nachgewiesen sind. Außerdem wäre noch hervorzuheben, daß nach Driver *Paracalanus* im Februar 20,8 % aller Copepoden in der Beltsee ausmachte und neben *Oithona similis* (50 %) der häufigste Copepode war. *Paracalanus* zeigt in der Ostsee überhaupt eine ähnliche Verbreitung wie *Oithona*, da nach Driver die Prozentzahlen für beide sich folgendermaßen gestalten:

	Februar	Mai	August	November	Mittel
Oithona . . .	0	0,5	0	5,1	1,4
Paracalanus . .	0,7	0,9	0	3,5	1,3.

Für *Oithona* ist die Fortpflanzungsfähigkeit durch Beobachtung von Eiersäcken und Nauplien (auch der jüngsten Stadien) selbst noch in der östlichen Ostsee (Station 10) nachgewiesen. Immerhin würde dieser Nachweis für *Paracalanus* noch zu erbringen sein, der Oberg trotz seiner ausgedehnten Untersuchungen noch nicht gelungen ist, ehe auf Grund der vorliegenden Zahlen das Auftreten von *Paracalanus* seine vollständige Erklärung findet. Die Möglichkeit, daß *Paracalanus* einen Zuwachs an Individuen aus dem Kattegat und der Nordsee erhält, soll durchaus nicht von der Hand gewiesen werden, doch läßt es sich nach den bisherigen Untersuchungen nicht feststellen, in welchem Maße es geschieht. Ich wollte auch nur darauf hingewiesen haben, daß es auf Grund der angeführten Zahlen bedenklich erscheint, *Paracalanus* einzig als Gast in der Ostsee aufzulassen.

Oithona similis war in den vorliegenden Fängen der häufigste Copepode. Im Mittel gehörten in jedem Fange 21,4 % aller Copepoden dieser Art an, also nicht ganz ebensoviele, wie alle andern Arten zusammen, wenn man die 41,5 % junger Copepoden bei dieser Betrachtung ausschaltet, von denen jedoch ein entsprechender Prozentsatz ebenfalls dieser Art angehört. Nur an 2 Stationen wurde *Oithona* nicht angetroffen, und zwar an Station 7 und 11. Dies hängt damit zusammen, daß *Oithona* im Wasser von weniger als 10 ‰ Salzgehalt nicht mehr gut lebensfähig ist, wie die in der Ostsee gemachten Stufenfänge deutlich zeigen. Von Station 2 nach 5 nimmt *Oithona* von 69000 bis 7000 ab und tritt an Station 10 plötzlich wieder in einer Anzahl von 34000 unter 1 qm auf. An der dazwischenliegenden Station 7 befindet sich schwachsalziges Wasser von ca. 8 ‰ bis zu einer Tiefe von 35 m, darunter bis zum Boden (42 m) also nur in einem verhältnismäßig dünnen Streifen von 7 m, Wasser, dessen Salzgehalt allmählich bis 13 ‰ zunimmt. An Station 10 ist eine entsprechende untere Schicht (9,8 ‰—15,35 ‰) in einer Mächtigkeit von ca. 40 m (50—90 m) vorhanden und parallel damit auch eine größere Menge von *Oithona* als an Station 7, an der diesmal so wenig gewesen sein müssen, daß in einem Zuge mit dem mittleren Schließnetz keine davon gefangen wurden. Daß *Oithona* zu anderen Zeiten an dieser Station vorkommt, geht aus den Zählungen Apsteins und Drivers hervor. Ähnlich verhält es sich mit Station 11. Ferner zeigt aber der Schließnetzfang von Station 10 (40—5 m), daß auch in Wasser von 7,5 ‰ vereinzelt *Oithona* vorkommen kann.

Im Kattegat ist die Verteilung auf die verschiedenen Schichten viel schwieriger zu verstehen. Daß an Station 12 die 5—0 m-Schicht (Salzgehalt: 15,91—10,12 ‰) nur 1/5 an *Oithona* wie die darauffolgende 21—5 m-Schicht (Salzgehalt: 24,18—15,91) aufweist, erinnert an die Verhältnisse in der Ostsee; daß aber die Bodenschicht (28—21 m) ebenfalls nur ca. 1/5 an *Oithona* wie die mittlere Schicht, trotz des hohen Salzgehalts (31,94—24,18 ‰), enthält, muß offenbar auf anderen Ursachen beruhen, als der der Abhängigkeit von stärkerem Salzgehalt. Ähnliches beobachten wir an den übrigen Kattegatstationen, obgleich der Salzgehalt z. T. noch höher wird (Station 14: 75 m, 34,8 ‰). Es scheint sich der Umstand geltend zu machen,

Digitized by Google

daß in den tiefsten Schichten die Zahl der jüngeren Stadien (I und II) hinter der in den mittleren Schichten zurücksteht. Doch können erst Beobachtungen aus andern Jahreszeiten unter gleichzeitiger Berücksichtigung der quantitativen Verteilung der verschiedenen Stadien eventuell sicheren Aufschluß darüber geben. An den Stationen 13—15 ist *Oithona* in den 5—0 m-Schichten häufiger als in den mittleren Schichten, obgleich der Salzgehalt schwächer ist im Verhältnis zu den Beobachtungen aus größerer Tiefe derselben Stationen. Er bleibt aber im Gegensatz zu Station 12 (5—0 m) mit 20—25 ‰ bedeutend höher, so daß auch im Vergleich zu dieser Station eher eine Zunahme von *Oithona* zu erwarten ist, die offenbar mit den Salzgehaltsverhältnissen Hand in Hand geht.

Waren im Kattegat noch relativ große Mengen von *Oithona* gefunden worden, wenigstens an Station 13 und 14 (32000, 21000), so ergaben die Nordseefänge im allgemeinen nicht besonders große Zahlen, indem diese meist weit unter 10000 blieben. Nur Station 24 macht eine stark abweichende Ausnahme mit 110000 unter 1 qm, der überhaupt größten Anzahl, die für *Oithona* auf dieser Fahrt konstatiert wurde. Einen Grund für diese Verteilung in der Nordsee zu finden, dürfte vorläufig nicht möglich sein, da die physikalischen Verhältnisse ziemlich gleichmäßig sind und auch kein geeignetes Vergleichsmaterial vorliegt. Nach Apstein fanden sich im Mai, wo die 5—0 m-Schicht durch Schließnetzfänge besonders berücksichtigt ist, oben merklich mehr *Oithona*, wie auch in den vorliegenden Fängen bis auf Station 36 und 37. *Oithona* ist in Nord- und Ostsee übereinstimmend im August und November besonders häufig.

Die Verteilung von *Temora longicornis* in der Ostsee hat große Ähnlichkeit mit der von *Pseudocalanus*. Im Westen (Station 2) wie im Osten (Station 11) finden wir Maxima zu je 9600 unter 1 qm. An den dazwischenliegenden Stationen nehmen die Zahlen von Westen nach Osten beständig ab: Station 5: 2300, Station 7: 240, Station 10: 160. Diese Verteilung tritt jedoch nicht nach allen bisher gemachten Zählungen in den verschiedenen Jahreszeiten hervor, da auch an Station 8 (Februar 03) und 5 (November 05) Maxima von 100000 bezw. 360000 auftreten. In bezug hierauf zeigen sich auch zwischen den Beobachtungen der Jahre 1903 und 1905 beträchtliche Unterschiede, auf die ich jedoch nicht näher eingehen möchte, da die bisherigen Untersuchungen zum genügenden Verständnis nicht auszureichen scheinen. Im übrigen tritt unverkennbar im August und November sowohl 1903 wie 1905 *Temora* im Maximum auf und zwar unter Bevorzugung der östlichen Stationen.

Nach den vorliegenden Fängen ist die Oberflächenschicht bedeutend stärker mit *Temora* bevölkert als die mittleren oder gar die tiefsten Schichten.

Im Kattegat und in der Nordsee kam *Temora* diesmal meist außerordentlich spärlich vor. Station 12 kommt mit 6000 unter 1 qm noch beinahe den Verhältnissen der Beltsee gleich, Station 13 und 14 haben 1700 bezw. 1100 Individuen unter 1 qm; dann aber bleiben an sämtlichen Stationen der Reihe nach bis 28 alle Zahlen unter 1000; erst in der mittleren Nordsee (Station 32: 3000) und besonders in der südöstlichen Nordsee in größerer Nähe der Küste (Stat. 37) steigt die Menge wieder auf 9400. Daß die Küstennähe nicht allein hierauf von Einfluß sein kann, zeigt ein Vergleich mit der ebenfalls an der Küste aber in der nördlichen Nordsee gelegenen Station 28, wo nur 160 *Temora* unter 1 qm gefunden wurden. Ob in den physikalischen Verhältnissen die Ursache zu suchen ist, läßt sich nicht sicher sagen, da für Station 28 keine Beobachtungen vorliegen; es wird, nach Station 29 zu schließen, auch hier eine salzschwächere Deckschicht von 33—34 ‰ Salzgehalt vorhanden sein, ein Salzgehalt, den wir auch an Station 37 vorfinden. Außerdem müßten auch an Station 19 und 20 (Salzgehalt 33—34 ‰ bis 40 m bezw. 26 m Tiefe) mehr und an Station 32 (Salzgehalt 34—35 ‰) weniger *Temora* erwartet werden, wenn der Salzgehalt ausschlaggebend auf die Verteilung wirken sollte. Ferner zeigen auch die Zählungen Apsteins, daß die Maxima vorzugsweise in der freien Nordsee (Stat. DN3, DN4) auftreten, so daß also Küstennähe und physikalische Verhältnisse nicht mit Sicherheit für die diesmal gefundene Verteilung verantwortlich gemacht werden können.

Im Gegensatz zu den Jahresschwankungen in der Ostsee hat die *Temora* der Nordsee im Mai ihr Maximum: 128000 (an Stat. DN3) gegenüber den Maxima von 5600 (an Station DN1) im Februar, 4800 (Stat. DN3, DN8) im August und 23600 (Stat. DN4) im November. Aurivillius findet ebenfalls *Temora* im Juli bis August in den Oberflächenschichten im Skagerrak nur vereinzelt, in den übrigen Monaten immer häufiger. Nach Timm ist *Temora* bei Helgoland das ganze Jahr über zu finden, am zahlreichsten im

Digitized by Google

November bis April, selten im Juni bis Juli. An den Stationen A, B, C der Elbmündung traf ich ebenfalls die größten Zahlen im Monat Mai.

Darin stimmen jedoch die Nord- und Ostseebefunde nach Apsteins Zählungen, überein, daß die Oberflächenschichten im allgemeinen von *Temora* bevorzugt werden.

Centropages hamatus hatte während der vorliegenden Fahrt nur in der Ostsee einige Bedeutung und kommt der Häufigkeit von *Temora* annähernd gleich. Auch hier macht sich eine Abnahme der Zahlen nach der Mitte der Ostsee hin bemerkbar, wie sie für *Pseudocalanus* und *Temora* hervorgehoben wurde, während an der westlichen Station 2 und der östlichen Station 11 die Maxima sich zeigen. Dasselbe Verhalten ergibt sich sowohl nach Apsteins (1903) als auch nach Drivers (1905) Zählungen für die Monate Mai, August und November, wobei im Mai und August die Beltsee größere Zahlen aufwies als die östliche Ostsee und im November das Umgekehrte der Fall war. Dagegen fanden sich im Februar in beiden Jahren an den Stationen des Schnittes Schweden-Rügen (Stat. DO 5 bis DO 9) die Maxima von *Centropages*.

Die im vorstehenden eingehender behandelten Arten, *Acartia bifilosa* und *longiremis*, *Pseudocalanus*, *Oithona similis*, *Temora* und *Centropages hamatus* bildeten in den vorliegenden Fängen den Hauptbestandteil der Copepoden und sind gleichzeitig auch diejenigen Arten, die allen drei Gebieten (Ostsee, Kattegat und Nordsee) gemeinsam sind. Die andern Arten sind im Mittel mit nur weniger als 1% an der Gesamtzahl beteiligt und wurden nur an 2—6 Stationen von 16 untersuchten angetroffen. Zu den soeben zusammengestellten, allen drei Gebieten angehörenden Arten müssen, rein äußerlich betrachtet, noch *Microsetella atlantica* und *Calanus finmarchicus* gerechnet werden, da diese, allerdings in seltenen Fällen und nur außerordentlich spärlich, auch in der Ostsee sich vorfinden. So enthielten die Fänge von Station 2 und 7 der vorliegenden Fahrt je ein Exemplar von *Microsetella*, während *Calanus finmarchicus* nicht vorkam, der aber von Hensen (16) in den Jahren 1884—85 im Februar, März, Mai, Juni, September in einigen wenigen Exemplaren pro Fang gefunden wurde. Nach den Zählungen Apsteins und Drivers wurde *Calanus finmarchicus* in der Ostsee nicht beobachtet.

Die schon oben im Zusammenhang mit *Acartia longiremis* besprochene Art *A. bifilosa* wurde diesmal nur im Kattegat und in der Ostsee gefunden. Ihr Vorkommen in der Nordsee beschränkt sich sonst ausschließlich auf das Küstengebiet. Ähnlich verhält es sich mit *Eurytemora hirundo*, die im Kattegat am häufigsten war. Die an Station 11 in 1 Exemplar gefundene *Eurytemora*-Art wird wahrscheinlich eine Varietät von *affinis* sein. Doch stimmen die Abmessungen und Bedornungen nicht genau genug mit den Angaben Nordquist's (23) und den von Giesbrecht und Schmeil (12) angeführten überein, um mit Sicherheit eine Entscheidung zu ermöglichen.

Die übrigen Arten entfallen alle auf die Nordsee und sind einerseits vorzugsweise Tiefenbewohner und damit gleichzeitig an das starksalzhaltige Wasser (von 35‰ und mehr) gebunden wie *Euchaeta*, *Metridia*, *Microcalanus*, *Oithona plumifera* und andere größere *Calaniden* und *Centropagiden*, andererseits weniger oder gar nicht hiervon abhängig, wie *Centropages typicus* und *Acartia Clausi*[1]).

Diese Art hatte in der südöstlichen Nordsee ihre größte Verbreitung (Station 34—38). An den andern Stationen kam sie nur sehr spärlich vor, und zwar wurde sie an den nördlichen Stationen (23—28) und

[1]) Auch nach den andern Angaben in der Literatur, die bis 1898 von Aurivillius (3) gesammelt sind, und nach den Zusammenstellungen der Beobachtungen während der internationalen Terminfahrten 1902 bis 1905 (6) sind die Arten ebenfalls weder im Kattegat noch in der Ostsee gefunden worden (Ausnahme: *Acartia Clausi* vereinzelt im Kattegat). Dagegen führt Kuhlgatz (20) in seinen Untersuchungen über die Fauna der Schwentinemündung *Acartia Clausi* selbst für den inneren Teil der Kieler Bucht an: „*Acartia Clausi* und *longiremis* sind zusammengezählt, da sich bei den meisten zunächst als *longiremis* gezählten Tieren erst nachträglich der Charakter als *Clausi* herausstellte." „Abweichungen in Gestalt von Übergangsformen waren nicht selten."

Ferner ist das Vorkommen von *Acartia Clausi* im Öresund (Kalkgrund) nach Aurivillius „Das Plankton des baltischen Meeres", zitiert von Kuhlgatz, aufgezeichnet.

Durch die Bearbeitung des mir vorliegenden Materials kann ich diese Angaben nicht bestätigen. Vielleicht liegt es daran, daß nach Kuhlgatz im März offenbar das Minimum für *Acartia Clausi* angetroffen wird, daß es also auch unwahrscheinlich ist, ein Exemplar zu finden. Leider bemerkte ich diese Angaben erst zu spät, als daß ich an anderem Material aus anderen Jahreszeiten mich von der Richtigkeit überzeugen konnte. Auch bedarf es noch einer eingehenderen Untersuchung über die von Kuhlgatz angeführten „Übergangsformen". Abweichungen von den bisher beschriebenen Arten konnte ich ebenfalls (s. S. 72 [14]) konstatieren.

Digitized by Google

den küstenferneren Stationen (30—32) nur in den horizontalen Oberflächenfängen angetroffen. Auch an Station 36 tritt eine Bevorzugung der Oberflächenschicht hervor (33—20 m: 31; 5—0 m: 210 pro 1 cbm Wasser), während an Station 37 einer Zahl von 91 Individuen pro 1 cbm in der 5—0 m-Schicht eine solche von 760 in der Wassersäule von 24—5 m gegenübersteht. Ein Grund für diese Verschiedenheit in der vertikalen Verteilung an diesen verhältnismäßig nahe beieinander gelegenen Stationen, läßt sich nicht erkennen.

Centropages typicus wurde nur zweimal (Station 21 und 24) in den Oberflächenfängen gefunden. Auch nach Apsteins Zählungen kam dieser Copepode in den Fängen mit dem mittleren Planktonnetz nur an wenigen Stationen und in geringer Anzahl vor, am häufigsten im November in der mittleren Nordsee (Station DN 4, DN 5, DN 6), und zwar besonders in den oberen Wasserschichten.

Es kann leider nicht meine Aufgabe sein, auf die andern selteneren Arten, die, wie oben erwähnt, vorzugsweise Tiefenbewohner sind, im einzelnen einzugehen, da sie sowohl in meinen Fängen (0,02—0,3 %) als auch in denen Apsteins meist in recht kleiner Zahl vertreten sind. Um ein sicheres Urteil über ihr Vorkommen zu gewinnen, würden ihrer spärlichen Verteilung entsprechend, Fänge mit größeren Netzen (dem großen Hensenschen Planktonnetz oder dem Brutnetz) bessere Dienste leisten.

Nur eine hierhin gehörende Art, *Microcalanus pusillus*, möchte ich noch besonders hervorheben, die einmal wegen ihrer Kleinheit für den quantitativen Fang mit dem weitmaschigen Brutnetz sich nicht eignen würde, andererseits aber bisher meist der Beobachtung entgangen ist.

Die Gattung *Microcalanus* wurde von Sars (26, p. 20) aufgestellt, und zwar zunächst für den auf Nansens Nordpolar-Expedition gefundenen und von Sars beschriebenen *Pseudocalanus pygmaeus* (27). Dieser Gattung *(Microc.)* fügte Sars 1903 (23, p. 156) *pusillus* als neue Spezies hinzu, eine im norwegischen Küstengebiet aufgefundene Form, die sich in einzelnen Punkten deutlich von der Polarform unterscheidet. Mrázek (22) glaubte unter den von ihm untersuchten arktischen Copepoden einen mit *Pseudocalanus pygmaeus* von Sars (1900, p. 27) identischen Copepoden beobachtet zu haben, der aber besonders in der Größe abweicht, die bei seinen Exemplaren meist 0,65—0,60 mm, ausnahmsweise 0,75 mm, betrug, während Sars (27) 0,86 mm für das Weibchen und 1,0 mm für das Männchen angibt. Mrázek vermutet entweder eine Varietät des Sars'schen oder aber eine neue Art vor sich zu haben. Vielleicht könnte sie identisch mit *pusillus* sein.

Außerdem bildet Mrázek das Rostrum (22, Tafel 5, Figur 3) abweichend von den von Sars (27, Pl. XXI) gegebenen Zeichnungen ab. Dieser Teil gleicht dem der von mir beobachteten Exemplare, so daß also anstatt der von Sars angeführten „usual small tentacular filaments" zwei breitere Spitzen sich befinden, die dem Körper ziemlich dicht anliegen und daher, wenn man den Copepoden von der Seite betrachtet, von den Basalgliedern der Antenne verdeckt werden.

In der Größe nähern sich die Angaben über meine Exemplare denen von Mrázek über *Pseudocalanus pygmaeus* und denen von Sars über *Microcalanus pusillus*, indem die Weibchen 0,60—0,65, die Männchen 0,71—0,77 mm maßen. Die Zugehörigkeit zur Gattung *Microcalanus* scheint mir hervorzugehen aus der Übereinstimmung in der Körperform, dem Fehlen des Außenranddornes am 1. Glied des Außenastes des 1. Schwimmfußes, dem Vorhandensein von 4 Fiederborsten am Innenast desselben Schwimmfußes und des auffallend langen und grob gesägten Enddornes am letzten Gliede des Außenastes der 2.—4. Schwimmfüße.

Wahrscheinlich liegt in meinen Fängen die Art *pusillus* vor, soweit ein Vergleich mit den Textangaben von Sars (21, p. 156) dies erkennen läßt, da 1. die Größe hinter der für *pygmaeus* von Sars angeführten zurückbleibt, 2. die 1. Antenne in zurückgebogener Lage nur eben bis hinter das Genitalsegment reicht, 3. das rechte Bein des fünften Beinpaars des Männchens nur etwa $^1/_3$ des linken beträgt, 4. das letzte Glied des Außenastes des 2.—4. Schwimmfußpaares verhältnismäßig breiter ist (Breite : Länge = 1 : $3^1/_2$, gegenüber = 1 : $4^1/_2$ bei *pygmaeus*) im Vergleich zu den Zeichnungen von Sars für *Pseudocalanus (Microcalanus) pygmaeus* (27, Plate XXI Fig. 14), 5. die Fundorte für die Identität mit der von Sars ebenfalls an der norwegischen Küste erbeuteten Art *pusillus* spricht.

Abweichend finde ich außer den schon erwähnten andersgestalteten Frontalanhängen den Enddorn am letzten Gliede des Außenastes des 2.—4. Schwimmfußpaares länger, als die Zeichnungen von Sars ihn darstellen. Die Ausmessungen der Glieder des Außenastes des 4. Schwimmfußpaares beim ♀ ergeben z. B.: 1. Glied 0,026 mm, 2. Glied 0,03 mm, 3. Glied 0,06 mm, Enddorn 0,13 mm, so daß dieser also etwas über

Digitized by Google

doppelt so lang ist wie das letzte (3.) Glied, während Sars sie kürzer als doppelt so lang zeichnet, sowohl für *pusillus* wie für *pygmaeus*.

Auch Giesbrecht fand eine *Pseudocalanus pygmaeus* ähnliche Art in dem Material der „Belgica"-Expedition (13, p. 20) aus antarktischem Gebiet, die etwas kleiner ist als die arktische Form und eine relativ kürzere Antenne besitzt.

Außer den Angaben von Sars (26, p. 157) über die Verbreitung von *Microcalanus pusillus* finden sich seit 1903 in den „Bulletins etc. etc." viele Aufzeichnungen über sein Vorkommen, das sich danach auf das norwegische Nordmeer (Westküste von Norwegen bis Island) und das Skagerrak beschränkt mit deutlicher Bevorzugung der tieferen Schichten. Doch hat die von Sars zunächst konstatierte obere Grenze des Vorkommens (150 fathoms = 270 m) an den untersuchten Terminfahrtsstationen nicht ausschließlich Gültigkeit, da selbst noch oberhalb 100 m *Microcalanus pusillus*, wenn auch spärlicher, angetroffen wurde.

In den vorliegenden Fängen fand er sich an Station 21, am Nordostrande der „Großen Fischerbank", in der Schicht 87—30 m (29 Individuen pro cbm) an Station 24, in der nördlichen Nordsee, (4800 unter 1 qm), und an Station 28, dicht an der norwegischen Westküste (16000 unter 1 qm), hier also am häufigsten; auch im Verhältnis zu den andern Copepoden desselben Fanges bildet er hier einen wesentlichen Bestandteil (21,3%) der Copepoden-Fauna.

Digitized by Google

Tabelle A.

Anzahl der Organismen in der ganzen Wassersäule unter 1 qm Oberfläche.

Anmerkung: Über die Zeichen c, r, × siehe Seite 37. o.M bedeutet: gezählt unter M.

Laufende Nr.	Meeresgebiet	Ostsee, Stat. 2—11					Kattegat, Stat. 12—15				Nordsee, Stat. 19—37						
	Station	2	5	7	10	11	12	13	14	15	19	21	23	24	28	32	37
	Tiefe des Vertikalzuges in m	31	21	43	93	106	28	49	75	13	191	87	107	109	238	42	24
	Schizophyceae.																
1	Aphanizomenon flos aquae, Ralfs, (Fäden)			8200000	5200000	8400000											
2	" " " " (Bündel)		60000	57000	12000	200000											
3	Nodularia spumigena, Mert., (Fäden)	8000	6400	15200	r	r											
4	" " (Knäuel)				4000	13600											
	Chlorophyceae.																
5	Halosphaera viridis, Schmitz										3600					2000	
	Diatomeae.																
7	Actinocyclus undulatus, Ehbg.	40000							36000		160000	112000					
8	Asterionella japonica, Cleve										96000	36000	11200	14400			16000
11	Biddulphia aurita, Bréb.	312000	9000				2988000	1560000	3120000	7200	8000					16000	16000
12	" granulata, Roper	4000						520	6000								
13	" mobiliensis, Bail	8000		4000					7200						16000	16000	
14	" sinensis, Grev.	3200							1600								
15	Campylodiscus sp.	1200		2400													
20	Ceratulina Bergonii, Perag.						2000	7200	10800	2400							12000
21	Chaetoceras atlanticum, Cleve										44000	44000	44000	36000		8000	
22	" brevale, Bail	9920000					9576000	2796000	13656000	2796000	2536000	4080000	78400	2400000	2000000	200000	120000
23	" breve, Schütt	18560000	440000				3240000	1944000	4680000	1944000	1200000						
24	" constrictum, Gran						1080000	936000	2808000	360000	1344000	684000	432000	1320000	o.M 32 c		
25	" contortum, Schütt						1944000	864000	6840000	1584000	1296000	900000	360000	2880000	o.M 32 c		20000
27	" curvisetum, Cleve								4920000	720000				1848000	o.M 32 c		
28	" daniscum, Cleve		32800000	13600000	13220000	11340000		9000	2880000								
29	" debile, Cleve	6620000	40000	440000			3060000	7056000	17280000	2556000	1224000	2124000		2400000	3600000	o.M 32 c	9960000
30	" " (Dauersporen)								7416000								
32	" decipiens, Cleve	7400000	28000				4800000	2052000	3600000	1260000	3072000	1428000		3840000	4200000	4000000	4720000
33	" densum, Cleve						3840000	6240000	20736000	2920000	4272000	1440000	86400		160000		
34	" diadema, Ehbg.	31000000	1080000				3060000	1080000	6480000	1440000	2016000	4320000	720000	9600000	8000000		8000000
35	" " (Dauersporen)							5220000	31212000	1440000							
36	" holsaticum, Schütt	9180000		8400000	2250000	6300000	14700000	2340000	13500000	2300000							
37	" (Dauersporen)							5400000									
38	" lacinulosum, Schütt		6400				3600000	1440000	4896000	2160000	1200000						
39	" " (Dauersporen)							864000	12960000		5280000	5000000		5040000			
40	" pseudocurvisetum, Ostf.						7200000	3240000	4824000	1012000	1440000						
41	" scolopendra, Cleve						2200000	3132000	7200000	1200000	2400000	1054000	2400000	1404000		7920000	8000000
42	" Schüttii, Cleve											1056000	2500000	1200000			
43	" simile, Cleve						1296000	2448000	1620000	324000	1440000	1320000	72000	1080000	o.M 32 c		
44	" " (Dauersporen)							o.M 43 c	o.M 43 c								
45	" socriale, Lauder						Sporenform	Sporenform	Sporenform	9504000	4800000	4080000	r		o.M 32 c		
46	" " (Dauersporen)									11340000							
47	" subtile, Cleve		3200000	1600000			2592000	691200		1296000							
48	" Wighami, Brightw.	1567000	3000000	3000000	818000	4240000	2820000	3024000	12960000								
49	Corethron Criophilum, Castr.							o.M 32 c				r	96000		o.M 32 c		
50	Coscinodiscus asteromphalus, H. Perag.						9600000	4896000	5340000	7200000	1440000	1584000	36000		r		40000
51	" " (Dauersporen)							3277200	11160000	3132000		11300000		1900000			8000000
52	" sp. sp.		6800000	2800000	1020000		9612000	4896000	18522000	13680000	12000000	16000000					
53	Coscinodiscus concinnus, W. Sm.	2736000	10800				1440000	216000	432000	172800	960000	511200	9600	2400000	1760000	112800	80000
54	" excentricus, Ehbg.										72000		9600	864000			8000000
55	" radiatus, Ehbg.	2000000	1800	×	800		5292000	432000	3240000	1692000	480000	720000	24000	3200000	1200000		×
56	" " radiatus, Ehbg.	3480000		17000	1400			5760	1620000	9000	432000	1872000	32800	6048000		64000	8000
57	" sp. sp.					2000000	4400000	4896000				4400000	80000				
58	Coscinosira polychorda, Gran										15000000	20400000	240000	11200000	12000000		40000000
59	Ditylum Brightwellii, West								1296000		480000	5068800		3240000	7200000	r	8000000
60	Eucampia radiatus, Ehbg.											480000			r	1200000	
61	Guinardia flaccida, Castr.						1320000	2448000	9000000	3240000		72000					4000000
63	Lauderia borealis, Gran						2736000	1224000	3600000	1080000	4872000	9504000		8000000	9600000		40000000
64	" glacialis (?), (Gran) Gran										o.M 61	3744000		o.M 61	18000000		
65	Leptocylindrus danicus, Cleve						2736000	864000	2592000	4896000			1944000				
*66	Paralia sulcata, (Ehbg.) Cleve	5580000							9000		7800000	r					×
									6264000								
67	Melosira sp. sp.	×	×				2880000										

* Darunter auch Melosira Borreri, Grev.

Digitized by Google

Tabelle A. (Fortsetzung)

Anzahl der Organismen in der ganzen Wassersäule unter 1 qm Oberfläche.

Laufende Nr.	Meeresgebiet	Ostsee, Stat. 2—11					Kattegat, Stat. 12—15				Nordsee, Stat. 19—37						
	Station	2	5	7	10	11	12	13	14	15	19	21	23	24	28	32	37
	Tiefe des Vertikalzuges in m	31	21	43	93	100	28	49	75	13	191	87	107	109	238	42	24
66	Nauplius sp. sp.	81000				>	4500000	6264000	3132000	7200[illegible]	1575000	3024000	?		1440000		
70	Nitzschia seriata, Cleve						1905000	1404000	3402000	4230000	2160000	1404000	4968000	1944000	1920000		
71	Pleurosigma sp. sp.	36000									?		?				
72	Rhizosolenia alata, Brightw.	7400									360000	360000	5000	468000	360000	120000	
73	" fragilissima, Bergh.						540000	3888000	1350000	4050000	648000	1296000	10000				
74	" semispina, Hensen	116000					1080000	1080000	1296000	1728000	1080000	2052000	64000	?	360000	1152000	3600000
76	" setigera, Brightw.						0? 2000	?	? (?)	2880000	?						
78	" styliformis, Brightw.									2400	?	1044000	1056000	324000		144000	?
79	Skeletonema costatum, Grev.	2250000	1800000	4320000	6750000	4500000	1080000	[illegible]	[illegible]	7488000	2592000	4680000	1728000	7128000	1700000	massenh.	massenh.
81	Thalassiosira baltica, (Gran) Ostf.		2304000	4320000	1296000	8280000	1350000	1080000	1296000	1080000							
84	" gravida, Cleve						1728000	864000	2160000	3600000	1440000	1920000	7488000	4680000	3600000	massenh.	
86	" Nordenskiöldii, Cleve						1296000	1296000	2160000	2520000	1728000	1440000	3600000	2880000	4680000	6000000	6000000
87	" sp. sp.											1728000	?	2880000	8000000		
88	Thalassothrix longissima, Cleve										?	86400	25000	10000	?		
89	" antarctica, Gran	1080000	1296000				4752000	3456000	1512000	2376000	3024000	2880000	2160000	1728000	2880000	3000000	massenh.
	Silicoflagellata.																
91	Dictyocha fibula, Ehbg.											604800					
93	Distephanus speculum, (Ehbg.) Haeck.								86400			1382400					
	Peridinieae.																
94	Ceratium bucephalum, Cleve				2000						43200	51840	90000	64800		14400	
95	" furca, Ehbg.	360000	14400	40000	8800		14400	2400	5280		312000	496000	472000	396000	1300000	5000000	?
96	" fusus, Ehbg.	1080000	36000	80000	56000	64000	1200		47000		1843200	2400000	672000	1540000	3888000	3500000	c
97	" Hexeanum, Ehbg.											62000		144000	1296000	2000	
98	" longipes, Bail.	10125000	5400000	4000000	2160000		21600000	9504000	11052000	5256000	8712000	6746400	4694400	3888000	4320000	9000000	
99	" macroceros, Ehbg.	194400	10800	13000	7200		8100	1440	4800		1440000	1166400	597600	331200	324000	432000	?
100	" tripos, O. F. M.	75375000	7560000	7056000	2916000		1134000	3686400	2880000	1440000	1440000	1036800	1296000	1296000	6048000	4860000	?
101	Dinophysis acuminata, Clap.						32400		12960	6480	22000	72000	6000	36000			
102	" acuta, Ehbg.						32000	25920	24300	6750	158400	94000	?	129000	172800	54000	
103	" norvegica, Clap. u. Lachm.										?	42000					
104	" rotundata, Bergh.							48000			76000	112000		104000	96000	20000	
106	Goniodoma sp. (spindles?)										62000	93000		45000	144000	32000	
107	Peridinium cabanense, Lemmerm.				640	32000	96000										
108	" cunicum, Ostf. u. Schmidt							30000	48000		9000	86400	4000		60000	14000	
109	" depressum, Bail.	?		?			43200	86000	45000	24000	43000	27000	33000	18000	30000	11000	?
111	" divergens, Ehbg.						6400	26500	6000		13000	5400	2000	4000	3000	1500	
113	" ovatum, Pouchet			?	?		1000	900	7500	1000	47000	30000	42000	78000	10000	6000	
114	" pellucidum, (Bergh.) Schütt						4700	29400	34400	6800	84000	66000	12000	16000	19000		
115	" pentagonum, Gran								32000		8700	27500		4000	?	?	
117	" sp. sp.				2000	1600	31900	19000	23600	32000	12000	6300	1200	8400	30000	4000	c
	Protozoa.																
120	Bodomorganella n.	16000		?				?	10400		8000	?					?
122	Acantharia sp. sp.											?	7200	?	?		
124	Cystosphaera denticulata, (Ehbg.)	?			?				12000		9300	14000		34000	76800	?	
129	" n. sp. cylindrica, Ehbg.								16000		?	?	?		?		
132	Phaeocystis armata, (Clap. u. Lachm.)						1000	9000	?	?	9000	14000		72000	66000	210000	?
133	Tintinnidium mucicola, (Clap. u. Lachm.)						96000	192000	84000	28000	112000	20000					
134	Tintinnopsis beroidea, Stein	?	21000	2000	53200	26400					?	14000					?
135	" campanula, (Ehbg.)	12400		800		32000					?						
137	" Lohmanni, Lackmann			3200	10400		7200	?									?
138	" nordlica, Dad.	20000	12000	28000	26000	700	25200	42000	20000	47000	28000					20000	?
139	" sp. sp.				44400	2[illegible]32			?			?	8000				?
140	Tintinnus acuminatus, (Clap. u. Lachm.)						?				?	32400		?	?		
141	Cothurnia maritima, Ehbg.				32000												
	Coelenterata.																
142	Anthomedusen-Larven (?), Ostf.							800	1440			2400	800	10000	?	800	
144	Medusa coeruleae sp. sp.	192					1600	720	4800	4000					800	400	80
145	" Jun.										4800	3200			2400		
148	Obelia sp.	80						400	1560	1040					4800	1600	

[1]) Zum größten Teil mit Sporen.
[2]) Zum Teil abgerissen.
[3]) Fauna baltica.

Digitized by Google

Tabelle A. (Schluß.)

Anzahl der Organismen in der ganzen Wassersäule unter 1 qm Oberfläche.

Laufende Nr.	Meeresgebiet	Ostsee, Stat. 2—11					Kattegat, Stat. 12—15				Nordsee, Stat. 19—37						
	Station	2	5	7	10	11	12	13	14	15	19	21	23	24	28	32	37
	Tiefe des Vertikalzuges in m	31	21	43	93	106	28	49	75	13	191	87	107	109	238	42	24
	Echinodermata.																
148	Bipinnaria sp. sp.								[illegible]								9700
149	Echinopluteus sp. sp.						4500		700			1130	12400	1400	f		
150	Ophiopluteus sp. sp.						[illegible]	400	[illegible]	[illegible]	2000	2100	400	30000	600		
151	Pluteus sp. sp. lav.											2500	×	14000			
	Vermes.																
152	Mitraria sp.						1000	200	200		1600	400		×	11200	400	
153	Polychaetae-larvae	6400	7200	2000	200		200	2200	7300	800		2500	400	20000	9000	2000	2000
154	Sagitta bipunctata, Quoy m. Gaim.	[illegible]			100		400	1300	5000	200		200			[illegible]	[illegible]	
155	Nemertides sp. sp.	20000		8000					4000							80	400
160	Rotatoria sp. sp.	100	2000	500				8500	26000	10000							10000?
161	Mastigocerca sp.	4000						6500	8400								
	Bryozoa.																
164	Cyphonautes sp.	100					5200	3500	2000	[illegible]					f	300	1600
	Copepoda.																
165	Copepoda-ova (isoliert, entwicklungsfähig)	2400000	300000	2250000	1250000	1000000	2250000	2250000	1250000	900000	2700000	900000	300000	2000000	1250000	1500000	1500000
166	Copepoda-ova	[illegible]	15000	30000	7500	×	50000	50000	25000	10000	f					f	
167	Oithona	21000	12000		10000		8000	10000	4750	2000	2000	2400	1120	3000		[illegible]	×
		17000	9000		2500			12500	3000	2500	30000	10000	2700	62500	f	9000	
168	Eihaltend (gerade Eier)						×	240	640	1600							
								1760	6320	1600							
169	„ (kleine Eier)							[illegible]	×								
170	Copepoda Nauplius	3000000	2400000	2000000	800000	1200000	3000000	6000000	5000000	2500000	5400000	4500000	[illegible]	4200000	1800000	1100000	2700000
171	„ -larv.	160000	200000	225000	[illegible]	3000	650000	800000	900000	175000	2500000	270000	9000	1000000	240000	90000	1000000
172	Acartia Clausi, Giesbr.										[illegible]	[illegible]					15000
174	„ bifilosa, Giesbr.	2400	8000	18000	800	1600	21000	40000	3600	800							
174	„ longiremis, Lilljeb.	1440	2200	3400	1600	2200	8000	3500	5200	1850	1200	[illegible]		240	200	600	
175	Calanus finmarchicus, Gron.							[illegible]	a. M 175	80	800	400	[illegible]	4720	1400	a. M 175	a. M 175
176	Corycaeus anglicus, Lubb.																
177	Cyclopina sp. sp.							1400	2000		320		[illegible]	f			6800
178	Centropages hamatus, Lilljeb.	4160	1600	1760	1040	480	800	600	500	[illegible]	[illegible]						
180	Harpacticidae sp. sp.	200		160					[illegible]		1700	700		f	13200		10000
181	Microsetella norvegica, O. G. Sars											1000		6000	16000		
185	Microsetella atlantica, Br. u. Rob.	[illegible]		[illegible]			200		600		[illegible]	2000	200	6000	7200		
187	Oithona plumifera, Giesbr.										200	320		3200	200		
188	„ similis, Claus	68720	6560		34240		6000	32000	23200	3400	6040	11400	2480	108000	7200	7000a. M 171	2
189	Paracalanus parvus, (Claus)	[illegible]						200	6400	[illegible]	3200	400	240	3200	400		2400
190	Pseudocalanus elongatus, Boeck	44000	8800	2000	4800	17600	1000	64000	29000	10000	2000	2400	[illegible]	24000	9600	1200	24000
191	Temora longicornis, O. F. M.	9000	2000	200	400	9000	3500	3600	1400	600	[illegible]	400	[illegible]	400	400	3000	9000
192	Tortremora bicornis, Giesbr.				[illegible]		1000	[illegible]	200								
	Crustacea cetera.																
196	Cirripedia-larvae, Nauplius						4000	1300	6000	[illegible]	100	1200		[illegible]	17600		400
200	Decapoda-lav.										200	400			1400		[illegible]
	Mollusca.																
203	Lamellibranchiata-larvae	1000			2000		7000	42000	55000	6400	57000a. M	19600	300	×	16000	72000	f
206	Limacina retroversa, Flem.	6000					7500	4000	24000	1000	3000	14000	2000	f	9000	8000	f
	Tunicata.																
209	Fritillaria borealis, Lohm.							1600	3200		1400	11200	320	15000	12000	×	12000
210	Oikopleura dioica, Fol.										[illegible]	[illegible]	640	800000	3200		[illegible]
	Pisces.																
211	Teleostei-ova	[illegible]			400				[illegible]		12000	4200					[illegible]
	Incertae sedis.																
214	Pterosphaera diptera, (Joerg.) Ostf.								×	×	×				3600		
215	Stenhaarstrahlrest, Hensen	2000	92000	464000	30000	19000	×	×	×								
218	Ovum haploidum, bicholchicum								10400	×	×	3800		68000	156000		

Digitized by Google

Anhang zu Tabelle A.

Außerdem wurde beobachtet:

(In Klammern hinter der Stationsnummer steht die Anzahl unter 1 qm.)

6. Pediastrum Boryanum, (Turp.) Ehrenb.: 7 (×); 11 (×).
9. Bacillaria paradoxa, Gmel.: 15 (×); 37 (800000).
10. Bellerochea malleus, (Brightw.): 2 (11200).
12. Biddulphia favus, (Ehbg.) v. Heurck: 2 (3200); 37 (r).
15. „ rhombus l. typica, (Ehrbg.) W. Sm.: 2 (8000); 37 (×).
16. „ „ „ trigona, Cleve: 2 (16800); 5 (×).
19. Cerataulus turgidus, Ehbg.: 2 (8200); 14 (×).
26. Chaetoceras criophilum, Castr.: 15 (×); 19 (160000).
35. „ didymum, Ehbg.: 2 (o. M 23); 19 (×).
62. Hyalodiscus stelliger, Bail.: 14 (×); 21 (76).
69. Nitzschia closterium, (Ehbg.) W. Sm.: 28 (r); 32 (×).
74. Rhizosolenia fragilima, Bergon.: 12 (×), 19 (×).
77. „ Shrubsolei, Perag.: 21 (20000); 23 (12000).
81. Streptotheca tamensis, Shrubs.: 37 (r).
82. Thalassiosira baltica (Auxosporen): 13 (480000).
83. „ decipiens, (Grun.): 24 (1760000); 28 (400000).
90. Surirella sp.: 2 (640000); 7 (×); 11 (×).
93. Ebria tripartita, Lemm.: 13 (×); 15 (×).
105. Glenodinium bipes, Paulsen: 32 (7000).
110. Peridinium depressum var. oceanica, Vanhöffen: 13 (×); 15 (×).
112. „ globulus, Stein: 19 (20000); 21 (64000); 28 (r).
116. „ Steini, Jörg.: 15 (×).
118. Prorocentron micans, Ehbg.: 28 (r).
119. Pyrophacus horologium, Stein: 14 (×).
121. Globigerina bulloides, (d'Orb.): 23 (r); 24 (×).
123. Acanthophracta sp. sp.: 19 (r); 24 (×); 28 (×).
124. Plagiacantha arachnoides, (Clap. u. Lachm.): 19 (×); 21 (r); 24 (r).
125. Plectellaria sp. sp.: 28 (r)
126. Challengeron diodon, Haeck.: 28 (×).
127. Noctiluca miliaris, Sur.: 37 (r).
130. Cyttarocylis helix, (Meb.): 2 (4800); 28 (×).
136. Tintinnopsis mucula, Fol.: 21 (40000); 24 (r); 37 (×).
140. Tintinnus subulatus, Ehbg.: 2 (5600); 14 (×).
143. Aglantha digitalis, O. F. M.: 24 (240).
147. Ctenophorae sp. sp.: 14 (160).
153. Anuraea cochlearis, Gosse: 14 (×).
154. Loven'sche Larve: 14 (3200).
157. Polychaeten-Larve (m. Haile): 21 (480); 37 (80).
158. Terebellidae-larvae: 21 (160).
162. Rotatoria-ova: 37 (50000).
179. Euchaeta norvegica, Boeck: 28 (o. M 171).
181. Medridia longa, Lubb.: 23 (80); 28 (80).
182. „ lucens, Boeck: 23 (80); 24 (240); 28 (80).
183. „ sp. sp.: 14 (o. M 1711); 19 (240); 21 (480); 23 (240).
193. Amphipoda juveres: 24 (1560).
194. Bopyrus „ 28 (80).
195. Cirripedia-larvae: Cypris: 7 (80); 28 (1660); 37 (240).
197. Conchoecia sp. juveres: 28 (160).
199 Cumaceen sp.: 14 (1040).
201. Euphausidae-Nauplius: 24 (160); 28 (4560).
202. Evadne Nordmanni, Loven: 19 (80); 21 (320); 24 (160).
203. Podon Leuckarti, (G. O. Sars): 23 (80); 28 (80).
207. Opistobranchiata-larvae: 5 (160); 11 (×).
210. Oikopleura labradoriensis, Lohm.: 24 (1100).
212. Teleostei-larvae: 13 (80); 24 (480).
214. Pteropserma Möbiusi, (Jörg.): Ostl.: 23 (×); 28 (r).
216. Sternhaarstaboblast (leer): 7 (4000); 19 (3200).
217. Ovum hispidum problematicum, (Cleve) Lohm.: 11 (×).

Digitized by Google

Tabelle B. (Blatt 1.)

Laufende Nr.	Meeresgebiet / Station / Tiefe in Metern	36			37		38		
		31—20	20—5	5—0	24—5	5—0	20—15	15—5	5—0
	Schizophyceae.								
1	Aphanizomenon flos aquae, Ralfs, (Fäden) . .								
2	„ „ „ „ „ (Bündel) .								
3	Nodularia spumigena, Mert., (Fäden) . . .	9							
4	„ „ „ (Häute) . . .								
	Chlorophyceae.								
5	Halosphaera viridis, Schmitz								
	Diatomeae.								
7	Actinoptychus undulatus, Ehbg.	1	r			r	r		r
8	Asterionella japonica, Cleve		c	c	48400000	12000000	4840000	c	c	c
9	Bacillaria paradoxa, Gmel.		×			r	160000			
11	Biddulphia aurita, Bréb.	2000	c	c	640000	320 000	320000	c	c	c
13	„ granulata, Roper									
14	„ mobiliensis, Gran		r	r		17000	12000	r	r	r
15	„ rhombus f. typica, (Ehbg.), W. Sm.		r			×	×			
16	„ „ „ trigona, Cleve . . .									
17	„ sinensis, Grev.					r	r	r	r	
18	Campylodiscus sp.									
20	Ceratiullus Bergoni, Perag.						24000			
21	Chaetoceras atlanticum, Cleve									
22	„ borealis, Bail.	170	×	×	300000	×	240000	×	×	
23	„ breve, Schütt	3.39								
24	„ constrictum, Gran									
25	„ contortum, Schütt						72000			
27	„ curvisetum, Cleve									×
28	„ danicum, Cleve									
29	„ debile, Cleve	90	c	c	4240000	c	3000000	c	c	×
30	„ „ (Dauersporen)	3	r	r	×	c		×	×	c
31	„ decipiens, Cleve	105	×	×	960000	c	930000	×	×	
32	„ densum, Cleve									
33	„ diadema, Ehbg.	195	c	c	2240000	c	900000	c	c	c
34	„ „ (Dauersporen)		r	r				×	×	c
36	„ holsaticum, Schütt	3								
37	„ „ (Dauersporen) . . .									
38	„ laciniosum, Schütt	0.3								
39	„ „ (Dauersporen) . . .									
40	„ pseudocrinitum, Ostf.									
41	„ scolopendra, Cleve									
42	„ Schüttl, Cleve		×	×	96000		192000			
43	„ similis, Cleve									
44	„ „ (Dauersporen)									
45	„ socialе, Lauder									
46	„ „ (Dauersporen)									
47	„ subtile, Cleve									
48	„ Wighami, Brightw.	120								
49	„ Willei		×	×	48000					
50	„ teres, Cleve		×	×	240000		60000			
51	„ „ (Dauersporen)		r		16000000	c	900000	c	c	c
52	„ sp. sp.									
53	Coscinodiscus concinnus, W. Sm.	3								
54	„ excentricus, Ehbg.		×	r	2400	×	18000	×	×	r
55	„ oculus iridis, Ehbg.	1				c	270000	c	×	×
56	„ radiatus, Ehbg.	1	r	r	1800	×	r	r	r	r
57	„ sp. sp.		×	r	2200	r	×	r	r	r
58	Coscinosira polychorda, Gran									
59	Dityllum Brightwelli, West		c	c	1520000	c	600000	c	c	c
60	Eucampia zodiacus, Ehbg.		r			×	14000	r		
61	Guinardia flaccida, Castr.									
62	Hyalodiscus stelliger, Bail		r			r	9000	r		
63	Lauderia borealis, Gran		r					r	r	r
64	„ glacialis (?), (Gran.) Gran		r			×	30000			
65	Leptocylindrus danicus, Cleve									
66	Paralia sulcata, (Ehbg.) Cleve	30								
67	Melosira sp. sp.				10000	×				

* Darunter auch Melosira Borreri, Grev.

Bemerkungen zu Tabelle B. (Blatt 1.)

Außerdem wurde beobachtet:

6. Pediastrum Boryanum, (Turp.) Ehbg.: 7, 5—0 m ○○; 11, 5—0 m ○○.

10. Bellerochea malleus, Brightw.: 2, 21—5 m (430); 10, 93—80 m ○○.

12. Biddulphia laevis, (Ehbg.) v. Heurck: 2, 21—5 m (120); 25, 40—5 m (r); 37, 24—5 m (r).

19. Ceratium furcidus, Ehbg.: 2, 21—5 m (130); 14, 75—30 m ○○.

26. Chaetoceras criophilum, Castr.: 15, 5—0 m ○○; 19, 75—5 m (2300).

35. Chaetoceras didymum, Ehbg.: 2, 31—5 m, 5—0 m (r, ♂ 23); 19, 191—75 m ○○.

Wasser.

30	31	32		33		34		35		36		37		38	
5—0	50—0	200—5	5—0	40—5	5—0	21—5	5—0	40—5	5—0	31—20	20—5	5—0	24—5	5—0	100—15	15—5	5—0
544000	×							×			×	8		×			
160000		3000					8				×	×					
192000	c	1410	120000				c					8	c	4000			
11520		3000	12800					c		c			×				
			32000	c	×			×	c		×	960000		38400	×		×
3340000	×	630	64000	×	c	c	c	c	c		c	8000000	c	2160000	×	c	c
1113600	c	1100		×	c	×	×	×	c			4800000	1040000	6400000			c
												1000000					c
6400	c																
38400	c	300					c	×			×		c	640000	×		×
	×				×	×			×	×	×	×					
		80															
32400	c	2500	90000	×	×	c	c	×	c	×	×	5400		300			
400	c	3300	48000		c	c	×	c	c	×	c	32000	c	3000	c	×	×
1600		300	×							c	c	1000					
35200	c	5500	144000	×	c	c	c	c	c	×	×	4800	×	1000	c	c	c
28000		600	8000	×		c	c	×	c	×	×	3200	c	300			c
73600		5400	129000	×	c	c	c	×	c	×	×	5200		200		c	
6400	c		c							×	×	4000					
5600	c	1300							c		×	8000					
	c																
3200		200			c			c	c	×	×	11000					×
11200		900			×					c	c	1600					
3200	c	200	c														
44800	c	1100	14400							×	×	11000	c				
	c	200	3600														
54400	c	1200	6800			c	c		c	×	×	12800				c	c
	c																
7		2															
15400		1	4400		×		c	×	c	×	c	64000	c	67200	c	×	×
						c	c			c			c				
												16					
		1															
		2400	2400			c	c	×	c	×		12800	c	×	c	×	×
												2400					
						c	c			c		30000	×	6800	×	×	c
					c					c							
					c		c	c		c		14000	c	1600			
							×					6200	×	6400	×	×	×
		30					c					1600	c	1	×	×	×
												—	c	6800	×	×	c
16	×	8	64					×							×	×	
130		2							c	12	×	32	c		×		
144												48					

Bemerkungen zu Tabelle B. (Blatt 2.)

Außerdem wurde beobachtet:

69. Nitzschia closterium, (Ehbg.) W. Sm.: 25, 5—0 m (c); 28, 250—0 m (c); 32, 42—5 m (×).

74. Rhizosolenia fragilima, Bergon: 12, 21—5 m (×); 19, 5—0 m (×).

80. Streptotheca tamesis, Shrubs.: 37, 24—5 m (c).

82. Thalassiosira baltica, Aussosporen: 11, 5—0 m (6000).

85. Thalassiosira gravida, Aussosporen: 14, 30—10 m (c).

90. Surirella sp. sp.: 3, 21—5 m (250); 11, 5—0 m (×).

93. Ehrie tripartita, (Schumm.) Lemm.: 13, 12—5 m (×); 18, 5—0 m (×).

106. Glenodinium hipes, Paulsen: 32, 42—5 m (2000).

109. Peridinium depressum v. oceanica, Vanhöff.: 18, 5—0 m (c); 22, 5—0 m (c).

112. Peridinium globulus, Stein: 19, 75—5 m (700); 21, 5—0 m (12800); 28, 250—0 m (c), 30, 5—0 m (6400).

116. Peridinium Steini, Jörg.: 18, 15—5 m (×).

118. Prorocentrum micans, Ehbg.: 12, 21—5 m (105000); 28, 250—0 m (c).

119. Pyrophacus horologium Stein: 14, 75—30 m (c).

125. Pleurosigma sp. sp.: 28, 250—0 m (c).

126. Chaetoceros diadem, Ruttn.: 28, 250—0 m (×).

127. Nocticula miliaris, Sur.: 37, 24—5 m (c); 5—0 m (c).

130. Cyttarocylis brita, (Ehbg.): 7, 31—5 m (800); 28, 250—0 m (×); 36, 5—0 m (1600).

140. Tintinnus subulatus, Ehbg.: 2, 31—5 m (200); 14, 75—30 m (×).

143. Aganitha digitalis, O. F. M.: 24, 100—0 m (22).

Digitized by Google

Digitized by Google

Wasser.

Station	30	31	32		33		34		35		36		37			38	
	5–0	50–0	82–5	5–0	40–5	5–0	21–5	5–0	40–5	5–0	33–30	20–5	5–0	24–5	5–0	39–15	15–5	5–0
			11	32														
									g							×	×	c
r	960											r	170	340	110	×		r
	1300	×																
	32																	
r		c	7	48														
r	140	r	20	240			×		r	68		30	170		16	×	×	r
		r	2							6								r
			2							12			9					
							×			9	×	60000	c	27000	×	c	×	
											×	67000	c	30000	×	×	×	
			4							19	r		84					
×	19300	×	1620	25000	×	×	×	×	×	6000	×	25000	6000		6000	×	×	c
			r															
			7	96						63								
			87	1170	×					960			×					
r	2400	×	1130	14400	×	×	×	×	×	1500	×	20000	12000		10000	×	×	×
r	2100	×	90	330	×	×	×	×	×	840	×	1800	6000		4300	r	×	×
					×	×	×	×	×	31	×	230	700		310	×	×	×
			2	80								16						
×	16	r	0.M 95	0.M 95						6	×	16	0.M 171					
												660						
	16	r		r														
							r	×		35	r		130		180	×		
	16									6								
×	112	×	90	830	×	r	r	c	r	74		16	650	0.M 95	r	r		r
	48									6	×	r	340	130	r	r		
r	0.M 171	×	12	16		c	r	×		140	r		1140	960	×			
		×	63	170	×	r	×			80	r	16	300		r	r		r
										6			21					
													4		r			
	48																	
×	5000	×	870	9000				×				1000	r					
r	1440	c	130	600							r	r			r		×	×
×	1000		×		×					24	×	350	310		2300	×	×	
	30																	
	32																	
r	16										r		12		48			
											r							
											r							

Bemerkungen zu Tabelle B. (Blatt 3.)

Außerdem wurde beobachtet:

152. Actinotrocha branchiata, Joh. Müller: 31, 30–0 m (r).
153. Amaraca excisicrus, Grube: 14, 75–30 m (r).
154. Lorenzsche Larve: 11, 30–10 m (24); 10–5 m (96).

157. Polychaetae larvae (in Hülle): 20, 55–40 m (r); 21, 82–30 m (r); 37, 24–5 m (4).
158. Terebellidae- „ : 21, 82–30 m (2); 30–5 m (3).

176. Corycaeus anglicus, Lubb.: 34, 21–5 m (r); 36, 5–0 m (82).

179. Euchaeta norvegica, Boeck: 17, 102–0 m (1), 28, 240–0 m (c), 0.M 171 r.
181. Metridia longa, Lubb.: 23, 107–5 m (0,8); 28, 230–0 m (18).

186. Oncaea conifera, Giesbr.: 30, 5–0 m (64).

193. Amphipoda-Juvenes: 22, 89–5 m (r r), 24, 100–0 m (14).
194. Bopyrus- „ : 28, 200–0 m (0,1); 30, 33–20 m (6).
195. Cirripedia-larvae, Cypris: 7, 43–35 m (10); 28, 240–0 m (0,7); 37, 24–5 m (9); 5–0 m (16).
197. Conchoecia sp. ep-larvenes: 28, 230–0 m (0,7).
198. „ oblonata, Sars: 29, 104–50 m (1).
199. Cosmocoen: 14, 75–35 m (24).

203. Podon Leuckarti, (G. O. Sars: 21, 40–5 m (3); 25, 100–5 m (3); 26, 240–0 m (0,3).
204. Podon sp.: 30, 33–20 m (6), 36, 30–15 m (r).

207. Opisthobranchiata-larvae: 5, 8–0 m (85); 11, 100–5 m (3).

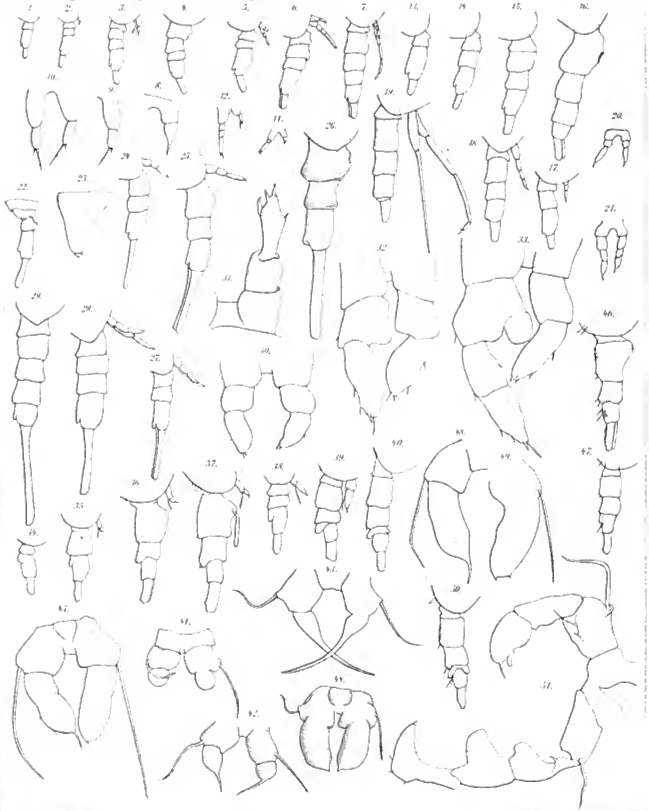
214. Pteropsyche Möbiusi, (Jörg.) Ostf.: 20, 40–5 m (r r); 23, 5–0 m (r r); 26, 5–0 m (r r); 28, 230–0 m (1).
216. Sterhbanastatolidast (Gerr.: 7, 45–5 m (130); 10, 80–40 m (6); 40–5 m (70).
217. Oxyum bispidum problematicum, (Cleve) Lohm.: 11, 5–0 m (3).

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Erklärung von Tafel I.

Fig. 1. *Paracalanus parvus*, (Claus), Copepodit-Stadium III
" 2. " " " " " " ♀ IV
" 3. " " " " " " ♀ V
" 4. " " " " " " ♀ VI } Abdomen (Vergr. 110 : 1)
" 5. " " " " " " ♂ IV
" 6. " " " " " " ♂ V
" 7. " " " " " " ♂ VI
" 8. " " " " 5. rechter Fuß von ♀ IV (zu Fig. 2)
" 9. " " " " 5. " " " ♀ V (" " 3)
" 10. " " " " 5. " " " ♀ VI (" " 4) } (Vergr. 425 : 1)
" 11. " " " " 5. Beinpaar von ♂ IV, hintere Fläche (zu Fig. 5)
" 12. " " " " 5. " " ♂ V, " " (" " 6)
" 13. *Pseudocalanus elongatus*, Boeck, Copepodit-Stadium III
" 14. " " " " " " ♀ IV
" 15. " " " " " " ♀ V
" 16. " " " " " " ♀ VI } Abdomen (Vergr. 110 : 1)
" 17. " " " " " " ♂ IV
" 18. " " " " " " ♂ V
" 19. " " " " " " ♂ VI
" 20. " " " " 5. Beinpaar von ♂ IV, hintere Fläche (zu Fig. 17) } (Vergr. 110 : 1)
" 21. " " " " 5. " " " ♂ V, " " (" " 18)
" 22. *Temora longicornis*, O. F. M., Copepodit-Stadium III, Abdomen (Vergr. 110 : 1)
" 23. " " " " , Anlage des 5. Fußes auf Stad. III, hintere Fläche (zu Fig. 22), Vergr. 425 : 1
" 24. " " " " , Copepodit-Stadium ♀ IV
" 25. " " " " " " ♀ V
" 26. " " " " " " ♀ VI } Abdomen (Vergr. 110 : 1)
" 27. " " " " " " ♂ IV
" 28. " " " " " " ♂ V
" 29. " " " " " " ♂ VI
" 30. " " " " 5. Beinpaar von ♀ IV (zu Fig. 24), hintere Fläche
" 31. " " " " 5. " " ♀ V (" " 25), " "
" 32. " " " " 5. " " ♂ IV (" " 27), " " } Vergr. 425 : 1
" 33. " " " " 5. " " ♂ V (" " 28), " "
" 34. *Acartia Clausi*, Giesbr., Copepodit-Stadium III
" 35. " " " " " " ♀ IV
" 36. " " " " " " ♀ V
" 37. " " " " " " ♀ VI } Abdomen (Vergr. 110 : 1)
" 38. " " " " " " ♂ IV
" 39. " " " " " " ♂ V
" 40. " " " " " " ♂ VI
" 41. " " " " 5. Beinpaar von ♀ IV (zu Fig. 35), hintere Fläche
" 42. " " " " 5. " " ♀ V (" " 36), " "
" 43. " " " " 5. " " ♀ VI (" " 37), " " } Vergr. 425 : 1
" 44. " " " " 5. " " ♂ IV (" " 38), " "
" 45. " " " " 5. " " ♂ V (" " 39), " "
" 46. *Acartia longiremis*, Lilljeb., Copepodit-Stadium ♀ VI } Abdomen, Vergr. 110 : 1
" 47. " " " " " " ♂ V
" 48. " " " " 5. linker Fuß von ♂ V } (zu Fig. 47), hintere Fläche, Vergr. 425 : 1
" 49. " " " " 5. rechter " " ♂ V
" 50. " " " " Copepodit-Stadium ♂ VI, Abdomen, Vergr. 110 : 1
" 51. " " " " 5. Beinpaar von ♂ VI, hintere Fläche, Vergr. 425 : 1.

Digitized by Google

Verzeichnis der zitierten Literatur.

1. Apstein (1904): Die Schätzungsmethode in der Planktonforschung, in Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel, N. F. Bd. 8, Kiel.
2. „ (1905): Das Plankton in Nord- und Ostsee auf den deutschen Terminfahrten, I. Teil (Volumina 1903), in Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel, N. F. Bd. 9, Kiel.
3. Aurivillius (1898): Tiergeographische Untersuchungen im Skagerrak, in Svensk. Vet. Akad. Handl., Bd. 30.
4. Brandt (1897): Die Fauna der Ostsee, insbesondere die der Kieler Bucht, in Verh. der deutschen zool. Gesellschaft, 7. Jahresvers. zu Kiel.
5. van Breemen (1905): Plankton van Noordzee en Zuiderzee, Leiden (Dissertat.).
6. (1906): Catalogues des espèces de plantes et d'animaux dans le Plankton recueilli pendant les expéditions périodiques depuis le mois d'août 1902 — jusqu'au mois de mai 1905, in Publications de circonstance Nr. 33, Copenhague.
7. Claus (1863): Die freilebenden Copepoden, Leipzig.
8. Damas (1905): Notes biologiques sur les Copépodes de la mer norvégienne, in Publications de circonstance Nr. 22, Copenhague.
9. Driver (1907): Das Ostsee-Plankton während der 4 deutschen Terminfahrten im Jahre 1905, in Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel, N. F. Bd. 10, Kiel.
10. Giesbrecht (1881): Die freilebenden Copepoden der Kieler Föhrde, in IV. Jahresbericht der Kommission zur Unters. der deutschen Meere (1877—81), Berlin.
11. „ (1892): Pelagische Copepoden, XIX. Monographie in Fauna und Flora d. Golfes von Neapel.
12. „ u. Schmeil (1898): Copepoda in „Das Tierreich", 6. Lieferung, Berlin.
13. „ (1902): Voyage du „Belgica", Copepoden.
14. Gran (1902): Das Plankton des norwegischen Nordmeeres, in Report on Norweg. Fishery- and Marine-Investigations, Vol. II, Nr. 5, Bergen.
15. Grobben (1881): Die Entwicklungsgeschichte von Cetochilus septentrionalis, Goodsir; Wien.
16. Hensen (1886): Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren, in V. Jahrb. d. Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere (1882—1886), Berlin.
17. „ (1891): Das Plankton der östlichen Ostsee, in VI. Jahresber. d. Komm. zur wissensch. Untersuch. d. deutschen Meere, (1887—91), Berlin.
18. Kraefft (1898): Über das Plankton der A-, B-, C-Stationen in der Elbmündung, in Mitt. d. deutschen Seefischerei-Vereins, Jahrg. 1898 Nr. 1, Berlin.
19. Krümmel (1903/04): Die deutschen Meere im Rahmen der internationalen Meeresforschung, in Veröff. d. Instituts für Meereskunde, Heft 4—6, Berlin.
20. Kuhlgatz (1898): Untersuchungen über die Fauna der Schwentinemündung, in Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, N. F. Bd. III, Kiel.
21. Lohmann (1908): Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehalts des Meeres an Plankton, in Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, N. F. Bd. 10, Kiel.
22. Mrázek (1902): Arktische Copepoden, in Fauna arctica, II. Bd., Jena.
23. Nordquist (1888): Die Cataniden Finlands, Helsingfors.
24. Oberg (1906): Die Metamorphose der Plankton-Copepoden der Kieler Bucht, in Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, N. F. Bd. 9, Kiel.
25. Ove Paulsen (1906): Studies on the biology of Calanus finmarchicus in the waters round Island, in Meddelser fra Kommission for Havundersøgelser, Serie: Plankton Bd. 1, Kopenhagen.
26. G. O. Sars (1900—03): An account of the Crustacea of Norway, Vol. IV.
27. „ (1900): Norwegian North-Polar-Expedition, Vol. I, Part V.
28. Timm (1896): Die Copepoden und Cladoceren, in Beiträge zur Fauna der südöstl. und östl. Nordsee und in Beiträge zur Meeresfauna von Helgoland, in Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland, N. F. Bd. 1.

Digitized by Google

Inhaltsübersicht.

I. Allgemeiner Teil. Seite

a) Gewinnung und Bearbeitung des Materials . . . . . 31 [3]
b) Verteilung von Salzgehalt und Temperatur während der Fahrt . . . . . 37 [9]
c) Die Plankton-Volumina . . . . . 44 [16]
d) Die Verbreitung der wichtigsten Organismen . . . . . 47 [19]

II. Spezieller Teil: Die Copepoden.

a) Ergänzendes über die Entwicklung einiger freilebender Copepoden . . . . 65 [37]
b) Die quantitative Verteilung der verschiedenen Entwicklungsstadien . . . . 79 [51]
c) Faunistisch-biologisches über Copepoden. . . . . 91 [63]

Digitized by Google

Lebenslauf.

Ich, Karl Fritz Kraefft, evangelisch-lutherischer Konfession und preußischer Staatsangehörigkeit, bin als Sohn des Kgl. Eisenbahn-Betriebssekretärs Franz Kraefft und seiner Ehefrau Anna, geb. Virchow, am 5. Mai 1884 zu Berlin geboren. Ich besuchte die Lauenburgische Gelehrtenschule zu Ratzeburg und das Gymnasium zu Kiel, das ich Ostern 1903 mit dem Zeugnis der Reife verließ. In Kiel studierte ich seitdem Mathematik und Naturwissenschaften. Durch Herrn Professor Dr. Brandt's gütige Fürsprache und Vermittlung hatte ich seit Herbst 1905 am hiesigen Laboratorium für internationale Meeresforschung eine Assistentenstelle inne. Hierdurch wurde mir Gelegenheit geboten, auch an einer Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungsfahrten in Ost- und Nordsee teilzunehmen, von denen die eine das Material zur vorliegenden Arbeit lieferte.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten: Apstein, Baumgarten, Benecke, Brandt, Deussen, Großmann, Haas, Heffter, Lenard, Lohmann, Pochhammer, Reibisch, Reinke, Stäckel, Weber.

Ihnen allen schulde ich für mannigfache Anregung und Förderung in Vorlesungen und Übungen Dank.

Insbesondere ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Brandt, der mich zu dieser Arbeit anregte und bei der Abfassung freundlichst unterstützte, meinen ergebensten Dank auszusprechen; ebenso bin ich Herrn Professor Dr. Apstein, der mich in die Methode einführte und mir später mit Rat und Tat jederzeit bereitwilligst zur Seite stand, zu dauerndem Dank verpflichtet.

Die philosophische Doktorprüfung bestand ich am 25. Juli 1908.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

3 2044 107 166 282

Date Due

Digitized by Google